

**ANÁLISIS DE VARIABLES CAUSANTES DE RETRASOS Y SOBRECOSTOS DE
OBRAS VIALES EN LA REGIÓN CARIBE**

ANÍBAL ANDRÉS MORENO NATERA

LUIS ALBERTO VILLA SANMIGUEL



UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BARRANQUILLA

2020

**ANÁLISIS DE VARIABLES CAUSANTES DE RETRASOS DE OBRAS VIALES EN LA
REGIÓN CARIBE**

ANÍBAL ANDRÉS MORENO NATERA

LUIS ALBERTO VILLA SANMIGUEL

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**

ING. OTTO ANDRÉS MORA LERMA

ING. FAUSTO ALFREDO CANALES VEGA

UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BARRANQUILLA

2020

Nota de aceptación

Presidente de Jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, _____ 2020

Dedicatoria

A mi mamá, Viviana Del Carmen Natera Consuegra, por su amor y su apoyo ilimitado e incondicional, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por formarme como un hombre de bien y creer siempre en mí. No hay palabras suficientes en este mundo para agradecerte. Te amo.

Anibal Moreno

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a mi mamá, Jenny Sanmiguel, y a mi papá, Luis Villa, por el amor y el apoyo incondicional que siempre me han brindado, dándome siempre motivos para seguir adelante, por todo el esfuerzo, la dedicación y la fe que depositaron en mí y sobre todo por darme la oportunidad de prepararme y obtener mi título profesional.

Luis Villa

Agradecimientos

A DIOS, por su amor, por darme fuerzas día a día para lograr tan anhelada meta, por su misericordia y brindarme sabiduría para saber enfrentar las situaciones difíciles de la vida y disfrutar la misma.

A mis PADRES, Viviana Del Carmen Natera Consuegra y Luis Anibal Moreno González, por ser mi ejemplo, por sus consejos, esfuerzos y apoyo durante mi vida, por impulsarme a ser mejor.

A mi HERMANITO, Luis David Moreno Natera, por su amor e inocencia, por siempre estar para mí en todo momento y encontrar la manera de sacarme una sonrisa siempre que la necesité.

A mis AMIGOS, Rosa, Andrea y Luis, por compartir conmigo dentro y fuera de las aulas de clases durante este tiempo y brindarme su amistad, ayudarme a crecer y ser un mejor profesional y mejor persona.

A mi TUTOR y COTUTOR, Otto Mora y Fausto Canales, por su acompañamiento, confianza y supervisión para elaborar este proyecto de la mejor manera, por sus correcciones y toda la ayuda brindada.

A mi FAMILIA, quienes siempre me han demostraron su apoyo y su orgullo, quienes representan para mí el lugar al que siempre podré regresar y encontrar apoyo por sobre todas las cosas.

Y a todas aquellas personas que por mi vida han pasado demostrándome, y haciéndome saber, lo mucho de lo que soy capaz y lo lejos que puedo llegar.

Anibal Moreno

Agradecimientos

A DIOS, por haberme acompañado y guiado en el transcurso de mi carrera, por ser mi apoyo y mi luz en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencia y sobre todo felicidad.

A mis PADRES, Jennis Sanmiguel y Luis Villa, por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera y por su incondicional apoyo para alcanzar mis metas.

A mis HERMANOS, Carlos Villa (QEPD) y María Villa, por todo el apoyo y consejos que me brindaron en todo el proceso de la carrera.

A mi TUTOR y COTUTOR, Otto Mora y Fausto Canales, por la orientación, la dedicación, la ayuda y todos sus conocimientos brindados para la realización de esta tesis.

A mi FAMILIA, porque son una fuente de apoyo constante en toda mi vida, porque todos han contribuido a lo que soy hoy día, porque todos me ayudan a crecer y a ser más fuerte para enfrentar la vida.

Luis Villa

Resumen

Los retrasos y sobrecostos en los proyectos de construcciones son una constante en el desarrollo de estos, haciendo que la viabilidad de dichos proyectos se vea comprometida. Por esta razón es necesario identificar que causantes son las que afectan al desarrollo de la construcción aplicada en Colombia. Esta investigación se enfocó en la identificación de variables causantes de retrasos para los proyectos de construcciones de obras viales de la Región Caribe Colombiana, por ende, se inició una revisión literaria donde se identificaron las variables más comunes causantes de retrasos y sobre costos a nivel mundial, nacional y regional. Con las variables ya identificadas se realizó una encuesta dirigida a los profesionales en el área de construcción de obras viales donde plasmaron su punto de vista ante dichas variables en términos de retraso y sobrecostos que estas conllevan a las diferentes obras y la ocurrencia y relevancia de las mismas. Al final se le aplicaron análisis estadísticos a los resultados de las encuestas para establecer que variables son las que más impactos generan a la hora de construir una obra vial en la Región Caribe Colombiana.

Palabras clave: Retrasos, Sobrecostos, Causas, Región Caribe Colombiana

Abstract

Delays and cost overruns in construction projects are a constant in the development of these, making the viability of such projects is compromised. For this reason, it is necessary to identify the causes that affect the development of construction applied in Colombia. This research focused on the identification of variables causing delays for road construction projects in the Colombian Caribbean Region, therefore, a literary review was started where the most common variables causing delays and on costs worldwide were identified, national and regional. With the variables already identified, a survey was conducted for professionals in the area of construction of road works, where they expressed their point of view regarding these variables in terms of delay and cost overruns that these entail for the different works and the occurrence and relevance of the themselves. In the end, statistical analyzes were applied to the results of the surveys to establish which variables are the ones that generate the most impacts when building a road work in the Colombian Caribbean Region.

Keywords: Delays, Cost Overruns, Causes, Caribbean Region

Contenido

Lista de figuras.....	12
Introducción.	14
Descripción general del problema.	15
Justificación.	16
Objetivos.	18
Objetivo general:	18
Objetivos específicos:.....	18
Contextualización.....	18
Marco teórico.	26
Causas de retraso en los proyectos de construcción civil.....	26
Retrasos en los proyectos de construcción civil.....	27
Sobrecostos en los proyectos de construcción civil.	29
Obras viales.	30
La Región Caribe.	30
Definición de pavimento.	32
Tipos de pavimentos.....	33
Proceso constructivo de pavimentos.	36
Pavimento flexible y rígido.	36

Pavimento articulado.	43
Control de obra.....	45
Revisión de literatura.	49
Estudios en el mundo.	49
Estudios en Latinoamérica.	50
Estudios en Colombia.....	52
Metodología propuesta.....	55
Análisis estadístico.	56
Análisis de resultados y conclusiones.	56
Análisis y discusión de resultados.	64
Bitácora.	64
Encuesta.	71
Conclusiones.	83
Limitaciones y recomendaciones.	86
Limitaciones:	86
Recomendaciones:.....	87
Referencias.....	88
Anexos.	103

Lista de figuras

Figura 1. Delimitación de la Región Caribe Colombiana.....	19
Figura 2. Corte transversal convencional de una estructura de pavimento flexible.	34
Figura 3. Corte transversal de una estructura de pavimento rígido convencional.	35
Figura 4. Estratificación de un pavimento articulado convencional.....	35
Figura 5. Proceso constructivo de pavimento rígido..	36
Figura 6. Identificación de elementos necesarios para construcción de pavimento articulado.. ..	45
Figura 7. Porcentaje de horas totales perdidas en el proyecto discriminadas en cada uno de los grupos.....	65
Figura 8. Variables típicas en el transcurso del proyecto.	66
Figura 9. Variables atípicas en el transcurso del proyecto.....	67
Figura 10. Variables con baja incidencia en la demora del proyecto..	68
Figura 11. Comportamiento de las variables de retraso durante la ejecución del proyecto.....	69
Figura 12. Comportamiento de las variables de retraso durante la ejecución del proyecto, incluyendo variables atípicas..	70
Figura 13. Grado de escolaridad de los encuestados.	71

Figura 14. Promedio de años de experiencia vs escolaridad.	72
Figura 15. Tipos de pavimentos en los cuales han tenido experiencia..	73
Figura 16. Variables de retraso según su relevancia.....	74
Figura 17. Variables de retraso según su frecuencia.....	75
Figura 18. Variables de sobrecostos según su relevancia.	77
Figura 19. Variables de sobrecostos según su frecuencia.	78
Figura 20. Porcentajes de frecuencia y relevancia para cada variable causante de retraso.	80
Figura 21. Porcentajes de frecuencia y relevancia para cada variable causante de sobrecosto.	81

Introducción.

La infraestructura vial es de vital importancia en el desarrollo y crecimiento de un país (Zamora Fandiño & Barrera Reyes, 2012). Tomando de ejemplo el caso de la ciudad de Barranquilla, durante el periodo 2008-2011 la administración del entonces Alcalde electo inició un programa de gobierno denominado *Barrios a la obra*, “que tiene como objetivo crear caminos que permitieran el rápido y fácil acceso de los moradores del sur de la ciudad a las rutas de transporte público” (Alcaldía de Barranquilla, 2019a). *Barrios a la obra* de la mano de otros programas de gobierno, como *Calles para la Vida* y *Mejoramiento de Vivienda Saludable*, han aportado un crecimiento considerado en el desarrollo de la ciudad, ya que, “desde el 2009 hasta el 2019 se han intervenido 312 kilómetros, que corresponden a 1.884 tramos viales” (Alcaldía de Barranquilla, 2019b), dando como grandes beneficiarios a los más de 500.000 habitantes de los 45 barrios intervenidos.

Por lo general, el éxito de un proyecto se mide en función del tiempo, ejecución y la calidad de la obra ejecutada dentro de un presupuesto planteado. Por lo tanto, es necesario administrar el costo y programar los sobrecostos al emprender proyectos de construcción (Alfakhri et al., 2018). Ya que de alguna manera, el retraso en una determinada obra de construcción afecta el tiempo y, por ende, el presupuesto (Aziz & Abdel-Hakam, 2016). El retraso regularmente se considera el inconveniente más característico, costoso, complejo y arriesgado en los proyectos de construcción (Ahmed et al., 2003), especialmente en la construcción de obras viales siendo este uno de los principales causantes de problemas en este tipo de obras (Thapanont et al., 2018). Con base en lo anterior, es fundamental realizar estudios

en las diferentes regiones de Colombia que identifiquen las principales causas de retrasos en la construcción, para identificar los problemas asociados a ellos.

Descripción general del problema.

En el momento en que una ciudad decide intervenir en la infraestructura de su malla vial, sea para su mantenimiento o construcción, deberá tener en cuenta los efectos resultantes dentro de su planeación y ejecución. Los impactos producidos en la modificación de una vía dependen principalmente de la magnitud, el tiempo y ubicación del proyecto.

Como resultado de esto, la movilidad será afectada en las zonas próximas a la obra vial en donde el flujo vehicular se verá densificado, esto debido a la disminución de carriles, intervenciones en la vía, entre otros factores. Dichos vehículos estarán obligados a utilizar rutas alternas por donde su desplazamiento sea lo más cómodo posible, aumentando de esta manera el tiempo de viaje y generando externalidades en el transporte, tales como aumento en los costos de viaje, congestión, contaminación atmosférica y muchas otras más; por esta razón, tanto el gobierno como la empresa encargada de la intervención vial deberán tomar todas las precauciones necesarias para generar el menor impacto negativo posible a la sociedad.

Dentro del día a día se puede percibir que en las obras viales suelen presentarse retrasos que tienden a ampliar, por mucho o por poco, el tiempo de construcción de obras con respecto al tiempo programado en el cronograma de actividades inicial, y, en consecuencia, estos retrasos se traducen también en sobrecostos. Muchos de estos retrasos pueden ser causados por el dueño, el contratista, por fuerzas mayores o por terceros (Vallejo-Borda et al., 2015).

Justificación.

Para nuestro caso de estudio tendremos en cuenta las intervenciones a la infraestructura de la malla vial de la Región Caribe Colombiana, en las cuales se incluyen obras viales como canalizaciones de arroyos peligrosos, ampliación y creación de vías (entre ellas las llamadas 4G¹), mantenimientos, viaductos y puentes de gran importancia, etc. Lo anterior es foco de interés para gobernantes y empresas constructoras. Al primero por motivos de ejercer de la mejor forma el poder público, proyectar la región al desarrollo y garantizar comodidad a la ciudadanía, y a las empresas para adquirir experiencia, trayectoria y credibilidad. Y para ambos el mejor manejo a los recursos invertidos por parte del estado y las ganancias a las empresas.

Los embotellamientos vehiculares en una ciudad afectan su calidad de vida. Estudios indican que en Colombia se pierde cerca del 2% del PIB² al año a causa de los “trancones” (El Colombiano, 2015). Dichas congestiones son, en parte, reflejo de los retrasos, y por ende de sobrecostos, que presentan las empresas al tener conflicto con su planificación inicial y ejecución de la obra. Siendo esto algo que se puede, y debe, evitar al ser un indicador de calidad de la región, en ámbitos como la salud, el desarrollo, el comercio, etc.

¹ Es el programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), es calificado como el programa vial más ambicioso en la historia de la infraestructura vial de Colombia con una inversión superior a los 50 billones de pesos, contempla la construcción y operación de más de 8000 km de carreteras, incluyendo 1370 km de doble calzadas y 159 túneles (Chacon, 2019).

² El producto interno bruto (PIB) es un indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un país o una región en un tiempo determinado, normalmente un año. Se utiliza para medir la riqueza de un país (Sevilla, 2012).

La presente investigación es relevante porque ayudará a reconocer las causas de los retrasos y sobrecostos en las obras viales de la Región Caribe Colombiana y con ello posibles soluciones a los efectos que estas causas conlleven para minimizar su impacto en el desarrollo de la región. Aunque pudiera parecer que esta problemática sólo afecta al ciudadano del común en sus tiempos de viaje, no es esta la realidad puesto que afecta a todos los partícipes de la región, departamentos, ciudades y municipios, ciudadanos, empresarios, gobierno y visitantes, perjudicando así su salud, economía y calidad de vida. Una revisión en base de datos y literatura disponible sugiere que estudios sobre esta temática son escasos en el panorama colombiano y más en el de las regiones del mismo país.

Una manera de dar solución a esta realidad es proponer una mejor planificación para los proyectos de obras viales, donde se tengan en cuenta las variables que lleguemos a identificar y analizar. De esta manera las empresas constructoras evitarán retrasos y sobrecostos entregando mejores resultados, así tanto la comunidad, como la administración del poder público, y las mismas empresas constructoras, se verán beneficiadas cada una al recibir lo que buscaban en sus intereses.

Objetivos.

Objetivo general:

Evaluar las principales variables de retrasos y sobrecostos que afectan a las obras viales de la Región Caribe Colombiana mediante el análisis estadístico de registro de bitácoras de obra y encuestas.

Objetivos específicos:

- Identificar las principales variables que generan retraso y sobrecosto en obras viales a partir de la revisión de la literatura existente.
- Categorizar las variables que generan retrasos y sobrecostos a través del análisis estadístico descriptivo a bitácoras y encuestas obtenidos.

Contextualización.

El patrimonio de cualquier país se mide por el desempeño para suministrar, por medio de la industria de la construcción, su infraestructura (Kaliba et al., 2009).



Figura 1. Delimitación de la Región Caribe Colombiana. Fuente: (Observatorio del Caribe Colombiano, 2015).

La Región Caribe se encuentra ubicada geográficamente en la zona norte de Colombia, conformada por 197 municipios, además cuenta dentro de su territorio con 5 de los únicos 9

distritos³ existentes en el país, que se distribuyen en su totalidad en los siguientes 8 departamentos Atlántico, San Andrés y Providencia, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre; cuenta con una extensión en el territorio nacional del 11,6% y en la cual habitan más de 10 millones de personas distribuidas en un 76% de la población habitando las zonas urbanas y el 26% restante en zona rural (Observatorio del Caribe Colombiano, 2015). Es una de las regiones mayor pobladas del país y la de menor desempleo lo que tiene un efecto positivo a la hora de hablar sobre el PIB que la región aporta ya que “De acuerdo con el DANE⁴, en la última década la región ha sostenido una participación del 15 % sobre el PIB nacional, lo cual le ha permitido ubicarse en el tercer lugar, por detrás de la Región Pacífica y Central, en cuanto a participación regional sobre el PIB del país” (El Herald, 2018). En materia de economía la Región Caribe tiene gran importancia gracias a que en ella se encuentra el 70% del total de las zonas portuarias y el 79% de los puertos existentes en el país siendo los principales el de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta (Vásquez Quiroz & Hoyos Escalante, 2019). Además

³ Los distritos son entidades territoriales organizadas de conformidad con lo previsto en la Constitución Política, que se encuentran sujetos a un régimen especial, en virtud del cual sus órganos y autoridades gozan de facultades especiales diferentes a las contempladas dentro del régimen ordinario aplicable a los demás municipios del país, así como del que rige para las otras entidades territoriales establecidas dentro de la estructura político administrativa del Estado colombiano (Congreso de la República de Colombia, 2013).

⁴ El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), es la entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - Dane, 2008).

de lo anterior cabe mencionar que en varios de los puertos ubicados en el departamento del Magdalena son los únicos en contar con línea férrea siendo esto una ventaja estratégica enorme en materia de la oferta multimodal⁵ que se le ofrece al cliente al momento de transportar sus productos.

Las ciudades capitales de la mayoría de estos departamentos cuentan con una alta importancia a nivel cultural, económico, ambiental, turístico, etc. Por ejemplo, Cartagena es la capital por excelencia del turismo en la región al igual que su puerto el cual se encuentra en la cuarta posición de los 15 puertos más importantes de América latina (Portafolio, 2019b), este es el más importante en materia de exportación en estos momentos puesto que es por medio de él que se moviliza más del 60% del comercio bilateral con los Estados Unidos (Style, 2017).

Barranquilla por su parte viene contando con un pasado cercano, un presente y un futuro próximo muy prometedor en materia de infraestructura, movilidad, sostenibilidad y demás actividades que la han colocado de nuevo en el mapa, tanto, así como para llegar a ser la sede de

⁵ Por transporte multimodal se entiende todas aquellas formas de traslado de mercancías que implican la articulación de distintos modos de transporte (aéreos, marítimos, carretero o ferroviario). En él intervienen dos o más vehículos dentro del mismo contrato de servicios, con el objetivo de realizar más veloz y eficientemente las operaciones de entrega (Baena, 2002).

la asamblea del BID 2020⁶, honor y responsabilidad que no se le atribuye a cualquier ciudad. Cuenta además con unos programas de gobierno muy prometedores desde la parte ambiental como en la infraestructura en general de la ciudad, dichos planes constituyen, en la parte ambiental, convertir a la ciudad en la primera Biodiversidad⁷ y a la vez crear la primera empresa pública de energías renovables del país, en infraestructura continuar con los programas de gobiernos anteriores y potenciarlos como lo son el programa “Barrios a la obra”, el malecón, ampliación de principales vías de la ciudad y demás proyectos.

Santa Marta tiene como fuerte el turismo, la pesca y la parte portuaria, pero en general el departamento del Magdalena cuenta con una gran riqueza natural constituida en gran parte por los diversos parques naturales como el Tayrona y la Sierra Nevada, además de la importantísima Ciénaga Grande de Santa Marta la cual es el complejo lagunar más grande de Colombia y uno de los más estratégicos para la vida en el planeta, por el lado de Riohacha, su economía se basa en gran medida por la ganadería y la pesca de manera artesanal y tanto el turismo como el comercio terminan de complementar la importancia de esta área de la Región Caribe, de hecho estos

⁶ El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es una de las principales fuentes de financiamiento a largo plazo para el desarrollo económico, social e institucional de América Latina y el Caribe. Cada año realizan una asamblea de sus gobernadores en uno de sus países miembros; este evento está compuesto por foros para el intercambio de ideas y opiniones, además de que cuentan con la presencia de instituciones multilaterales, representantes de agencias de desarrollo y ejecutivos del sector financiero privado (Banco Interamericano de Desarrollo - BID, 2019).

⁷ Es un proyecto que lleva por nombre “Barranquilla - Biodiversidad - Parque Nacional Natural Isla Salamanca” este busca la protección y uso sostenible de este gran ecosistema con la participación de todos sus habitantes. y el mismo hace parte del Programa Nacional de Biodiversidades el cual garantizará la conectividad entre lo urbano y lo rural, con el objetivo de conservar nuestro patrimonio natural e involucrar a la ciudadanía en la protección del ecosistema y el desarrollo sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

últimos son lo que más observamos a diario con los turistas que se acercan a estas tierras a disfrutar de la gran oferta cultural con la que cuenta y el comercio que se maneja en la frontera con Venezuela en el municipio de Maicao el cual mueve considerables toneladas de mercancía al año lo que lo vuelve llamativo para el comercio de los pequeños empresarios y hasta los grandes, en ciertas ocasiones, para acercarse hasta Maicao a surtir sus negocios.

San Andrés en su caso particular de ser una zona insular cuenta con el turismo y la pesca como principales motores de la economía local, pero no se queda en eso solamente puesto que cuenta con una riqueza natural enorme teniendo dentro de la misma a la Reserva de Biósfera⁸ Seaflower que, siendo la principal, es la más grande de todo el mundo contando con 180.000 km² y una valoración estimada entre los 267.000 y los 353.000 millones de dólares al año, contando con varios factores como lo son la producción de alimento; purificación del agua; captura de carbono; hábitat de biodiversidad; turismo; producción de materias primas, etc.(Semana Sostenible, 2017).

⁸ Las reservas de biosfera son zonas compuestas por ecosistemas terrestres, marinos y costeros, reconocidas por el Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la UNESCO. En cada una de ellas se fomentan soluciones para conciliar la conservación de la biodiversidad con su uso sostenible, el desarrollo económico, la investigación y la educación (UNESCO, 2016).

Dirigiéndonos al departamento del Cesar nos encontramos con una economía liderada por la ganadería en materia de la producción de lácteos y todos sus derivados, la minería en gran parte de carbón y seguido a esto la agricultura, también cuenta con un atractivo por su cultura siendo un claro referente de esta el Vallenato declarado Patrimonio Cultural e Inmaterial de la Nación y Patrimonio Cultural e Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO⁹. Este departamento en el año 2017 fue el que mejor crecimiento registro en el PIB de la región y el séptimo a nivel nacional con un aumento del 4,9%.

Con todo esto podemos afirmar que la Región del Caribe Colombiano, al igual que el país como tal, cuenta con una economía en desarrollo que necesita ser apoyada e impulsada para lograr altos logros en cada una de sus especialidades. Dichos apoyos o inversiones han comenzado a verse reflejadas en la gran cantidad de proyectos incentivados y desarrollados por parte de los gobiernos nacional, regional y local.

Para las economías en desarrollo, la construcción de obras viales forma parte importante de dicho desarrollo (Kaliba et al., 2009). Sin embargo, al presentarse inconvenientes entre los interesados y los objetivos de cada uno, la culminación de los proyectos de obras viales dentro de

⁹ La UNESCO, por sus siglas en inglés, es la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. La UNESCO trata de establecer la paz mediante la cooperación internacional en materia de educación, ciencia y cultura. Los programas de la UNESCO contribuyen al logro de los objetivos de desarrollo sostenible definidos en el Programa 2030, aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015 (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura - UNESCO, 2019).

los presupuestos y los cronogramas programados se convierten en un problema (Rwakarehe & Mfinanga, 2014).

Este problema puede ser visible gracias a una herramienta que es implementada para documentar cualquier tipo de situación que se presente durante toda la vida de una obra civil, dicha herramienta hace referencia a la bitácora, la cual es un instrumento de carácter jurídico, implementada para realizar un seguimiento y un equilibrio entre quien ordena, quien paga y quien la ejecuta (Ramírez Alférez, 2009).

Un problema secundario que presentan los proyectos de construcción de obras viales son los sobrecostos fuera del mismo, la cuestión de los costos de los usuarios va de la mano junto con la toma de decisiones sobre las inversiones en la infraestructura de transporte (Tomek, 2019). Asimismo, los costos de los usuarios que transitan en la vía pública, los cuales normalmente no son tenidos en cuenta por el sector público, son más del doble que los costos del proyecto en sí (Tomek, 2019), con lo cual nos invita a realizar análisis más exhaustivos a la hora de presentar un proyecto que interfiera con la circulación típica de los usuarios de la vía a intervenir, llegando a realizar verdaderos ahorros en el costo real que implica una obra civil de este tipo.

Marco teórico.

Causas de retraso en los proyectos de construcción civil.

Son aquellos sucesos que se presentan a lo largo de una obra civil viéndose esta modificada principalmente en aspectos de tiempo y dinero, lo más común que ocurra es el aumento de los tiempos de ejecución y de los costos programados, lo cual debe ser evitado para minimizar las pérdidas, o bien puede ocurrir lo contrario, es decir, los tiempos y/o los costos de la obra se minimicen trayendo beneficios para la misma.

Lo anterior no es algo que ocurra solo en países en desarrollo como lo es Colombia sino que, por el contrario, los sobrecostos en los proyectos de construcción son un problema y una realidad a nivel mundial (Rosenfeld, 2014), para esto y por esto se hace necesario un diagnóstico temprano de los posibles desafíos en el ámbito técnico-organizacional para así poder tomar medidas efectivas y oportunas (Rybka et al., 2017), y tal como lo menciona (Alfakhri et al., 2018), las empresas constructoras deben ser las más interesadas en conocer el tipo de causas que retrasan los proyectos de construcción de obras viales.

Llevar control y seguimiento de las obras es fundamental para optimizar los costos asociados a la compra de materiales y uso de equipos, esto conduciría a reducir las pérdidas en

materiales cuando se generen mayores y menores cantidades de obra (otrosí¹⁰). Es necesario anotar que lo anterior depende directamente de la gestión real que se haga en la ejecución de la misma puesto que sin esto el plan mostraría acciones incorrectas (Caro Vargas, 2016). Cabe mencionar que los excesos parecen ser más frecuentes en los proyectos más pequeños que en los de mayor envergadura (Odeck, 2004).

Retrasos en los proyectos de construcción civil.

El retraso en gran medida es un inconveniente significativo para los proyectos de infraestructura (Rajan et al., 2014). En la literatura se destaca la necesidad que tienen los países en vía de desarrollo de fortalecer sus capacidades en las Alianzas Público-Privadas (APP¹¹) para así aprovechar los beneficios con los que cuenta el sector privado (Rajan et al., 2014), que en muchos casos este sector (privado) brinda prevención, liquidez y optimización del tiempo de las obras civiles de las cuales hacen parte. Pero la realidad de Colombia, y de la Región Caribe Colombiana, es que este tipo alianzas no siempre han funcionado de la mejor manera presentándose en ellas retrasos y sobrecostos de gran importancia, tal como lo podemos observar

¹⁰ Otrosí es un documento anexo al contrato principal en el que se aclaran, adicionan o cambian condiciones del contrato principal (Gerencie.com, 2019).

¹¹ Las asociaciones público-privada (APP) pueden entenderse que se tratan de un “contrato de largo plazo entre una entidad pública y un privado, para brindar un activo o servicio público, en el que ambas partes asumen parte de los riesgos y la responsabilidad de la gestión, y la remuneración del privado está vinculada al desempeño (Rodríguez & Pinto, 2016).

en (Bnamericas, 2020; Mouthón, 2018; Portafolio, 2017, 2019a). De hecho, la construcción de obras viales generalmente dura mucho tiempo y el impacto en el tráfico puede ser considerable (He et al., 2018).

En los países en desarrollo los retrasos continúan ocupando un alto grado de importancia dentro de la construcción de obras viales (Khair et al., 2016). Sin embargo, la demora en la construcción es un problema común en la industria de la construcción (Doraisamy et al., 2015; Marzouk & El-rasas, 2014), puesto que por más que se quiera evitar, la demora en los proyectos está destinada a ocurrir (Doraisamy et al., 2015), y el promedio de exceso de tiempo es entre 10% y 30% de la duración programada (Assaf & Al-Hejji, 2006).

Hay que tener presente que las causas por las cuales existe la pérdida de tiempo pueden ser catalogadas de dos formas, la primera causa como lo son las pérdidas de tiempo causada por el contratista, retrasos, desorganización, falta de interés, agotamiento, entre otras, y la segunda causa es por llamadas telefónicas, correos, tiempos de espera, juntas, visitas, u otras (Arellano Zauco, 2015). Por lo tanto, se debe hacer lo posible para manejar los retrasos y así lograr que ocurra la menor pérdida de tiempo, sabiendo que el tiempo es importante para la gestión de la construcción (Thapanont et al., 2018).

Los retrasos en la construcción son problemas comunes en los proyectos de Ingeniería Civil (Marzouk & El-rasas, 2014). Por lo tanto, los retrasos no son algo nuevo o desconocido para quienes se encuentran dentro del gremio de la construcción puesto que es común encontrarse con ellos en cada proyecto.

Sobrecostos en los proyectos de construcción civil.

Muchos proyectos viales se finalizan con un presupuesto que supera significativamente el que inicialmente se proyectó (Rybka et al., 2017). Esto se debe a una variedad de factores que muchas veces pueden ser evitados (falta de material, rendimiento, etc.) y otras veces no (calamidad pública, suspensión de obra, lluvias, etc.) todo esto acarrea consecuencias que llevan a un presupuesto adicional (Khair et al., 2018).

Los excesos de costos en proyectos de infraestructura son una ocurrencia común (Kaliba et al., 2009), por lo que siempre se debe tratar de minimizar el impacto que estos puedan generar a los proyectos, por ejemplo, la capacidad de valorar correctamente los costos del usuario es crucial para la evaluación adecuada de la viabilidad de un proyecto de construcción/reconstrucción vial y los costos generales del mismo (Tomek, 2019).

Los retrasos en las obras civiles es común que generen sobrecostos para todos los *stakeholders* (partes interesadas), y el caso de las obras viales no son la excepción ya que “los costos del usuario de la carretera se refieren principalmente, por ejemplo, a costos de demora del usuario, los costos de operación del vehículo, los costos de accidentalidad y los costos de contaminación del aire/ruido” (Tomek, 2019). Todo lo anterior depende, en su mayoría, de la estimación y planificación que se realice a los costos de los usuarios, lo cuales son particulares y dependen de la zona en la que se realice el proyecto. Realizar esto de la manera apropiada puede conllevar a una mejor toma de decisiones y por ende una probable disminución tanto de retrasos como de sobrecostos, lo que se ve reflejado en el presupuesto de la ciudad.

Otro punto es que “los costos de los usuarios de la vía pública, a menudo ignorados por el inversor público, son más del doble que los de la reconstrucción misma” (Tomek, 2019). Esto quiere decir que no se está enfocando en lo realmente importante como lo son los usuarios que finalmente son tanto los directamente afectados como los beneficiados al momento en que se culminen los trabajos.

Obras viales.

El concepto más importante vinculado con la gestión de proyectos es el entendimiento de la íntima relación entre las tres restricciones de un proyecto tal como lo son: el alcance, el tiempo y el costo. Las mismas se ejecutan en un ámbito donde factores internos y externos imponen cambios constantes. Por lo tanto, todo proyecto debe identificarse por su capacidad para adaptarse a dichas condiciones sin afectar la obtención de los resultados propuestos (Siles & Mondelo, 2018).

La Región Caribe.

La inversión en la infraestructura del Caribe es histórica y quizás la más alta de las regiones del país, a juzgar por los informes de obra que tienen el Ministerio de Transporte, la

Agencia Nacional de Infraestructura (ANI¹²), el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS¹³) y la Aeronáutica Civil.

Según la ANI (2018), las inversiones en los últimos años llegan a 16,9 billones de pesos, en 44 proyectos de impacto que se trabajan en los distintos modos de transporte: carretero, aeroportuario, portuario y férreo, bases para el transporte multimodal. En los departamentos de Córdoba, Sucre y La Guajira, el Director General del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), Carlos García Montes, afirmó que las obras se desarrollarán con inversiones de 214.000 millones de pesos (63,3 millones de dólares) "facilitarán el transporte de madera, ganado e hidrocarburos, fomentando así la economía regional y departamental".

¹² La Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, es una Agencia Nacional Estatal de Naturaleza Especial que tiene por objeto planear, coordinar, estructurar, contratar, ejecutar, administrar y evaluar proyectos de concesiones y otras formas de Asociación Público Privada - APP, para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública de transporte en todos sus modos y de los servicios relacionados además el desarrollo de proyectos de asociación público privada para otro tipo de infraestructura pública cuando así lo determine expresamente el Gobierno Nacional (Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, 2016).

¹³ El Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), es un organismo adscrito al Ministerio de Transporte que tiene como objetivo la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte (Instituto Nacional de Vías - Invías, 2012).

Definición de pavimento.

Un pavimento es una estructura que, asentada sobre un terreno apropiado, tiene como fin suministrar una superficie de rodamiento que le permita al tráfico de vehículos una circulación de manera segura y cómoda, a velocidades diseñadas y bajo cualquier condición climática. Hay muchos tipos de pavimentos, estos dependen de los tipos de vehículos que transitarán y del volumen del tráfico. Diseñar un proyecto de pavimento se resume en escoger la combinación de materiales, espesores y posiciones de las capas necesarias y a un precio optimo, además de todas las alternativas viables que satisfagan los requisitos funcionales requeridos (Universidad Mayor de San Simón, 2004).

El papel principal del pavimento es que la estructura soporte una carga de tráfico, para la cual fue diseñada, que al aplicarse no genere deformación ni agrietamiento excesivos durante su vida útil de diseño. Además, el pavimento tiene que permitir la comodidad de conducción y el drenaje de los líquidos que en él sean vertidos (Batmunkh, 2011).

Asimismo, la distribución en capas de un pavimento se produce debido a un componente económico, ya que el objetivo de los espesores es ser del grosor máximo permitido para que las cargas que esta capa vaya a resistir no la lleven a la falla y por ende la capa inmediatamente inferior reciba los esfuerzos reducidos. La resistencia de las capas dependerá del material que la compone como también del procedimiento constructivo efectuado; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes (Wihiler Bautista, 2002).

Tipos de pavimentos.

En la actualidad existe una amplia variedad de pavimentos, esto gracias a las necesidades particulares de cada lugar, bien sea por su ubicación, clima, economía, etc., lo cual ha llevado a la industria de la construcción a innovar y adaptarse a cada situación entregando un producto final que satisfaga todos los requerimientos realizados.

Para nuestro caso, en la Región Caribe Colombiana registramos, en su mayoría, tres tipos de pavimentos como lo son el rígido, el flexible y el articulado.

Pavimento flexible.

Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento se conforma esencialmente de tres capas como lo son la asfáltica, la base y la sub-base (Wihiler Bautista, 2002). La capa de rodadura de un pavimento flexible está expuesta a los esfuerzos máximos y a todas las condiciones aplicadas por el clima y el tráfico. La capa base está compuesta comúnmente de áridos, que han sido tratados o no con cemento portland, cal, asfalto u otros agentes estabilizantes. Esta capa es la encargada de soportar las cargas aplicadas y distribuir dichas cargas a la subbase o al terreno, dependiendo como sea el caso. La capa de sub-base por su lado se conforma con materiales de menor calidad y costo que los empleados en la capa de base, esta capa es la encargada de transmitir las cargas al terreno y en algunos casos pueden ayudar al drenaje de las aguas del subsuelo y para prevenir la acción destructiva de las heladas (Carrillo Vargas & Núñez Nuván, 2017).

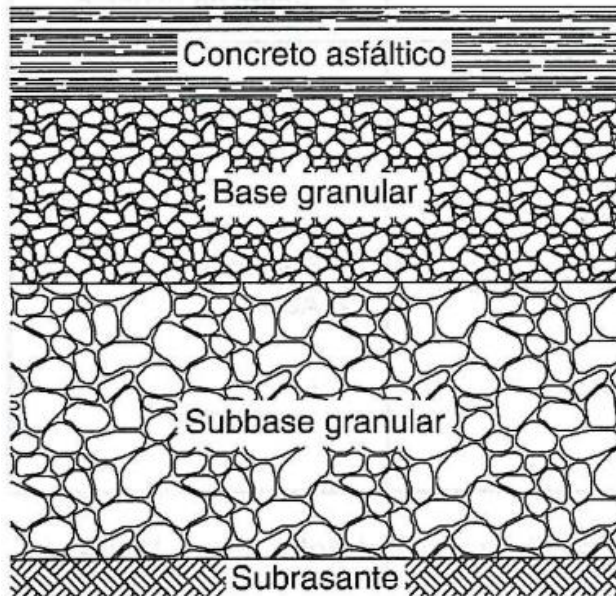


Figura 2. Corte transversal convencional de una estructura de pavimento flexible. Fuente: (Higuera Sandoval, 2011)

Pavimento rígido.

Son todos aquellos pavimentos que necesariamente están formados por una losa de concreto hidráulico de gran rigidez, afirmada sobre la subrasante o una capa de material granular seleccionado llamada sub-base del pavimento rígido. Gracias a la alta rigidez del concreto hidráulico y a su elevado módulo de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia (Higuera Sandoval, 2011).

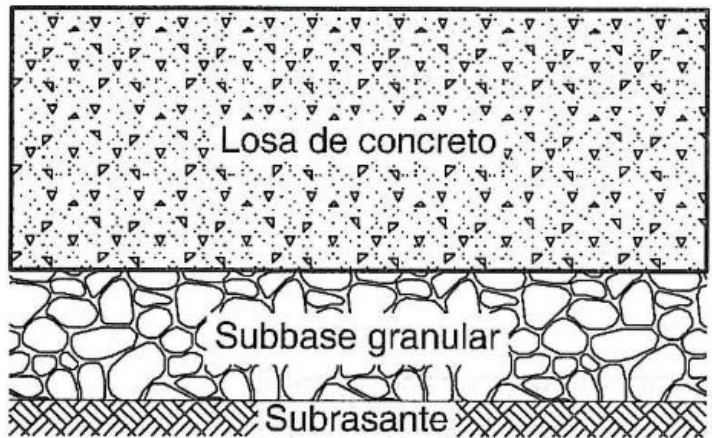


Figura 3. Corte transversal de una estructura de pavimento rígido convencional. Fuente: (Higuera Sandoval, 2011)

Pavimento articulado.

Es el resultado de ensamblar adoquines (piezas prismáticas) de un material resistente, con una geometría que permita obtener una superficie continua, con características de flexibilidad (Cobaleda Zapata & Penagos Restrepo, 1990).

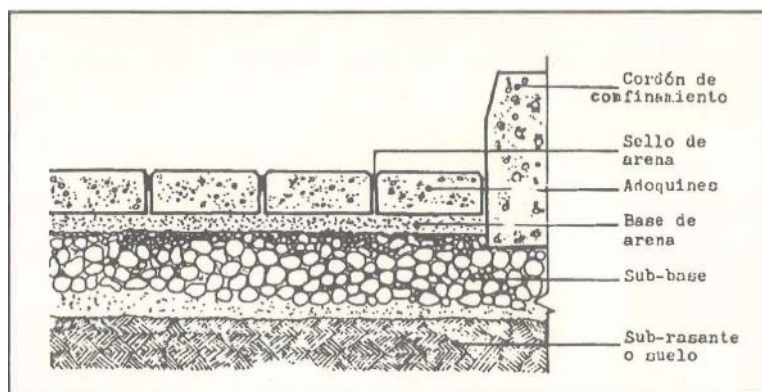


Figura 4. Estratificación de un pavimento articulado convencional. Fuente: (Cobaleda Zapata & Penagos Restrepo, 1990).

Proceso constructivo de pavimentos.**Pavimento flexible y rígido.**

Figura 5. Proceso constructivo de pavimento rígido. Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Preliminares.

Se realizan actividades tales como: localización y replanteo, cerramiento, demolición de obras existentes (si se requieren), conformación de la calzada existente, entre otros (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Localización y replanteo.

Es la actividad se refiere a la localización, planimétrica y altimétrica, de toda el área que será intervenida durante la ejecución total del proyecto, es decir, consta de dar la ubicación inicial y referenciación, en planta y perfil, tanto de los inmuebles como de todo el terreno a intervenir; todo lo anterior debe ejecutarse antes de iniciar las demoliciones y excavaciones (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Cerramiento y señalización.

Corresponde a aislar el lugar de trabajo de las zonas aledañas, mediante cerramientos provisionales. Se proveerán accesos para el tránsito de vehículos y peatones, provistos de los elementos que garanticen el aislamiento y seguridad durante el proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Demolición y remoción.

En caso de ser requerido, consiste en la demolición total o parcial de estructuras existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición. Así mismo, esta actividad también incluye el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Excavación y retiro.

Se refiere a la nivelación y remoción de materiales que son necesarios para la construcción de las obras viales y que son realizadas de acuerdo con lo indicado en los planos constructivos, por ello se debe tener especial cuidado con las redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, entre otras (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Conformación de la calzada existente.

Es preciso comprobar la calidad de los materiales que van a ser implementados, y para ello se debe determinar el CBR¹⁴ y el módulo de reacción¹⁵ del material que va a trabajar como subrasante. En donde subrasantes con CBR menores que 2, siempre y cuando el diseñador lo considere conveniente, requieren tratamientos especiales como la sustitución de los materiales inadecuados o la modificación de sus características que mejore sus características mecánicas (INVIAS, 2014e). La subrasante deberá someterse a una conformación previa para uniformizar la superficie. Esta conformación se logra con un procedimiento de escarificado, extensión, conformación y compactación simple. Dado el caso de hallar una pérdida de espesor, se podrá disponer del mismo material de la conformación o sino de algún otro material que cuente con

¹⁴ El CBR, por sus siglas en inglés (Californian Bearing Ratio), es un método de prueba que se emplea para evaluar la resistencia potencial de materiales de subrasante, subbase y base, incluyendo materiales reciclados para empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje (INVIAS, 2014d).

¹⁵ Este parámetro asocia la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la deformación de la misma en el suelo, mediante la relación entre la tensión aplicada por la placa y el asentamiento producido por la deformación de la misma (Augusto José, 2014).

características similares y así reponer la pérdida hallada (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Extendida y compactación de material seleccionado.

Hace referencia a la selección, transporte, disposición, conformación y compactación mecánica, de los materiales seleccionados para llevar a cabo el relleno de la base granular teniendo en cuenta los planos topográficos y el diseño del pavimento. Los materiales escogidos para la base granular deberán cumplir con la calidad requerida en las normas del Instituto Nacional de Vías mediante sus especificaciones técnicas establecidas en el (INVIAS, 2014a). El material de relleno no deberá descargarse hasta comprobar las cotas de la superficie, sobre la cual se colocará, estén acorde a los planos. Una vez el material tenga la humedad indicada en el diseño y esté correctamente conformado, se compactará con el equipo adecuado hasta conseguir la densidad necesaria. Aquellas zonas en las que no se pueda implementar el equipo aprobado se compactarán por los medios adecuados para el caso, teniendo presente siempre que las densidades alcanzadas no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

Construcción de capa de rodadura en pavimento hidráulico o flexible.

Para el caso del pavimento hidráulico este trabajo consiste en la ejecución de todas las actividades necesarias y de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto para convertir la mezcla de concreto hidráulico previamente diseñada y elaborada en una losa de pavimento rígido en funcionamiento; dentro de las actividades para

llevar a cabo dicho objetivo se encuentra la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás trabajos indispensables para la correcta construcción del pavimento.

Una vez se encuentre lista la base granular (nivelada, compactada y curada) se procede a ubicar las formaletas de manera que formen entre si varias placas en dirección lineal y a nivel corroborado con topografía, luego se instalan las parrillas con las dovelas¹⁶ de transferencia de carga en las juntas transversales, posteriormente se procede a realizar el diseño de la mezcla *in situ* para el concreto o bien se está a la espera del mixer con la mezcla de concreto lista, se humedece la base para evitar pérdida de humedad de la mezcla y se coloca la mezcla de concreto dentro del área de las formaletas anteriormente instaladas de manera que quede una capa uniforme, se utiliza el vibrador neumático y la regla vibratoria para liberar las burbujas de aire y dar nivelación, luego se alisa la superficie del concreto con la llana metálica.

Posteriormente, se procede a realizar el micro-texturizado con el cepillo cuando se pierda el brillo de las placas lo que indica el punto de dureza ideal para el cepillado, y se aplica el

¹⁶ Son barras lisas de acero colocadas a la mitad del espesor de la losa de concreto, de forma transversal a la junta de control y a todo lo ancho de la misma. Tienen la función de transmitir las cargas que recibe una losa hacia la losa contigua a esta, además de permitir el movimiento de dichas losas (Instituto Nicaraguense del Cemento y del Concreto, 2014)

antisol¹⁷ para el curado de las placas, luego se deben cortar las placas en las juntas transversales a 1/3 del espesor de la placa seis u ocho horas después de fundida cada placa.

Se procede a tomar muestras de concreto para el control de calidad del mismo, luego de 12 horas se deben quitar las formaletas y aplicar el sello de juntas para al finalizar los 28 días del curado abrir la vía y darla en servicio. El concreto hidráulico que se utilice para el pavimento rígido deberá cumplir con lo establecido en el artículo 500, “Pavimento de Concreto Hidráulico”, de las Especificaciones del INVIAE (INVIAE, 2014b).

Mientras que para el pavimento flexible la acción a realizar es aplicar el riego de imprimación el cual consiste en la aplicación de emulsión asfáltica de manera uniforme y constante sobre la superficie de la base granular ayudando así a la adherencia entre la base y la primera capa de la mezcla asfáltica.

Luego de esto la mezcla de concreto asfáltico llega en una volqueta la cual va descargando la mezcla en la tolva de la máquina pavimentadora. Para poder empezar con la

¹⁷ Es un agente compuesto de una solución de parafina en solventes orgánicos que cuando se aplica sobre el concreto forma una fina capa impermeable que evita la pérdida prematura de humedad para garantizar un completo curado del material. Además, es de uso obligatorio en obras de ingeniería como pavimentos de concreto (Sika, 2017).

pavimentación se chequea la temperatura a la que llega el material la cual debe ser de aproximadamente 150°C.

Luego de esto la pavimentadora junto con la volqueta comenzaran a extender el material en franjas longitudinales, detrás de la pavimentadora habrá obreros agregando mezcla caliente y enrasándola de manera que la capa se ajuste a las especificaciones de los planos para finalmente compactar la capa extendida. Luego de extender y compactar la primera franja se empieza a extender y compactar la siguiente franja de material de la misma manera que la anterior.

Durante este proceso la comisión topográfica se encarga de verificar que los niveles de esta última capa estén acorde a la sección transversal indica en los planos.

El riego de liga al igual que el riego de imprimación consiste en aplicar emulsión asfáltica de manera uniforme y constante, pero esta cubre una superficie de asfalto existente, con la finalidad de asegurar la adherencia entre la capa de asfalto existente con la capa de rodadura.

Para realizar la imprimación o el riego de liga la superficie se debe limpiar, la superficie debe presentar una humedad menor a la humedad de compactación para empezar esta actividad, no se debe imprimir en presencia de lluvias.

Cualquier elemento como los sardineles, arboles, etc. que puedan ser manchados deben protegerse antes de empezar la imprimación o el riego de liga (Ortiz Mancera, 2017).

Instalación y/o construcción de bordillo.

Consiste en la construcción de bordillos de concreto con piezas prefabricadas o vaciados in situ, en los lugares y con las dimensiones, alineamientos y cotas indicadas en los planos.

Si el bordillo es construido in situ, la elaboración del concreto hidráulico se debe realizar conforme lo especificado en el Artículo 630 “Concreto Estructural” de las especificaciones técnicas del INVIA (INVIA, 2014c). Adicionalmente, se sugiere que el concreto tenga una resistencia mínima de 21 MPa a 28 días.

Para su construcción se utilizará formaleas de madera cepillada o metálica en forma lineal nivelándolas con la estación topográfica.

Antes de preparar las formaleas se preparará el terreno el cual debe estar perfectamente liso y nivelado para evitar deformaciones y obtener un acabado óptimo.

Se instala la armadura en acero de $\frac{1}{2}$ ” longitudinalmente y transversalmente flejes de $\frac{1}{4}$ ” cada 25 cm, luego se procede a mezclar concreto según diseño de mezcla, se humedece la base para evitar pérdida de humedad de la mezcla y se deposita la mezcla de concreto distribuyéndolo en toda la longitud uniformemente y se pasa el vibrador neumático para liberar las burbujas de aire y dar nivelación inicial a mezcla con las formaleas.

Por otra parte, si los bordillos son piezas prefabricadas deberán cumplir con la norma NTC 4109 “Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas, topellantas” (Departamento Nacional de Planeación, 2017; Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, 2008).

Pavimento articulado.

En un inicio se deben determinar las áreas y sitios de trabajo, calcular la cantidad de terreno por retirar, pasar correctamente los niveles con manguera, con regla y nivel de burbuja

para determinar en forma precisa los niveles y pendientes necesarios, con esto ya queda definida la rasante, seguido a esto se retira la capa vegetal o bien mejorar el suelo en donde se encontrará la sub-rasante partiendo de esto se comienza con la colocación del material granular para la sub-base, se colocan las reglas guías y la arena para ser nivelada, luego se corre la regla sobre las guías sin pisar la arena y se obtiene la base de arena nivelada, después de lo anterior se determina el trazo a escuadra y se colocan los adoquines para a continuación ser compactados con vibrocompactador o con un pisón, por último se coloca el sello que no es más que extender arena fina y seca sobre los adoquines y vibrarla (Cobaleda Zapata & Penagos Restrepo, 1990).

Con todo lo anterior se debe tener en cuenta que la profundidad de los muros de confinamiento debe ser tal, que una vez colocados, estén dentro de la sub-base o por debajo de los adoquines al menos 15 centímetros y por encima del pavimento, tanto como sea necesario para una correcta evacuación del agua (Cobaleda Zapata & Penagos Restrepo, 1990).

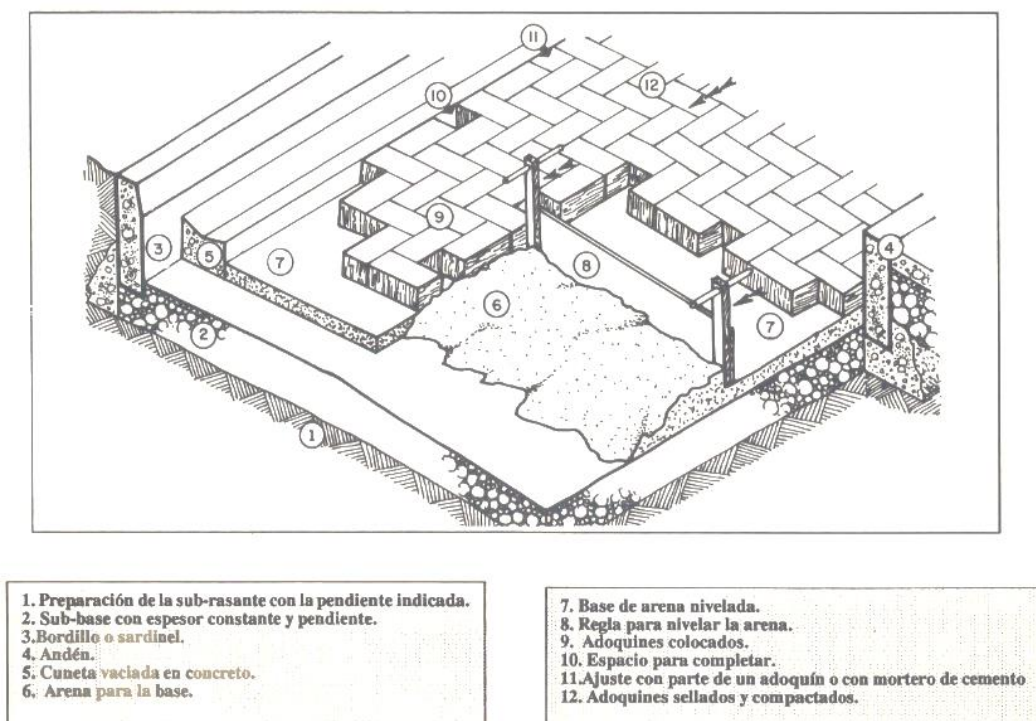


Figura 6. Identificación de elementos necesarios para construcción de pavimento articulado. Fuente:
(Cobaleda Zapata & Penagos Restrepo, 1990).

Control de obra.

“La planeación y el control es muy importante en todo proyecto de construcción, ya que de esto dependerá el éxito o el fracaso de la obra” (Pérez Cervantes, 2004), es tanta su importancia que se recomienda “asignar personal administrativo y técnico tan pronto como se adjudique el proyecto para hacer los arreglos necesarios para lograr la finalización dentro del tiempo especificado con la calidad requerida y el costo estimado” (Assaf & Al-Hejji, 2006). Se requieren prácticas adecuadas de gestión de proyectos para frenar las causas y los efectos de la escalada de costos y los retrasos en los cronogramas en los proyectos de construcción de obras viales (Kaliba et al., 2009).

La bitácora es el instrumento máspreciado y efectivo para el control de la construcción (Ramírez Alférez, 2009). La función más importante y la principal razón por la que fue creada la bitácora, es la de construir una herramienta de control (Ramírez Alférez, 2009). El control de una construcción se realiza en la obra y oficina, que a pesar de ser diferentes y estar separados físicamente se vuelven uno mismo por el constante intercambio de información e interacción (Arellano Zauco, 2015).

La supervisión de obra puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto. Un número grande de problemas estructurales y de servicio en las construcciones no son atribuibles a deficiencias del diseño o de los materiales, sino principalmente, al mal desempeño de la supervisión (Ramírez Alférez, 2009; Solis Carcaño, 2004), por ello a que el control en la construcción de obras sea muy amplio gracias a que abarca todo lo referente a las obra de construcción como tal, desde materiales, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, avances físicos y técnicos, la bitácora de obra, mediante el cual se puede auxiliar para el control y observaciones en la etapa de construcción (Arellano Zauco, 2015).

Influencia de la experiencia en este tipo de construcciones.

Hemos podido percibir de la literatura revisada que uno de las principales causas de los problemas en las obras viales se deben al mal manejo que se le da a las mismas, lo cual genera retrasos y diversos inconvenientes que solo conllevan al fracaso, teniendo en cuenta que una buena gestión de proyectos es un factor fundamental para que un país pueda lograr sus metas de desarrollo (Siles & Mondelo, 2018).

Es correcto decir que para ello el método más efectivo para minimizar las demoras en los proyectos de construcción de obras viales es la elección de un gerente de proyecto con suficiente conocimiento y experiencia relevante para la gestión de proyectos, y la aplicación tanto de herramientas como de técnicas para los mismos (Khair et al., 2016), de igual forma la contratación de un contratista experimentado en el campo de trabajo que tenga una buena reputación y este a su vez elija subcontratistas experimentados con buena reputación (Marzouk & El-rasas, 2014).

Los principales resultados de los excesos en el cronograma del proyecto de construcción de obras viales en Trípoli, Libia, incluyen sobrecostos, extensiones de tiempo, disputas, pérdida de ganancias, incumplimiento de contrato, mala calidad del trabajo y mala reputación de la empresa (Alfakhri et al., 2018).

Todo proyecto está sujeto a una triple restricción: el alcance (productos), el tiempo (cronograma) y el costo (presupuesto). El éxito de un proyecto depende de las habilidades y el conocimiento en gerencia para tener en cuenta estas restricciones y desarrollar los planes y procesos necesarios con tal de conseguir el equilibrio entre las mismas durante todo el proyecto y consigo alcanzar los objetivos propuesto (Siles & Mondelo, 2018).

Control en la asignación de las empresas encargadas de los proyectos viales.

Dado que el sobrecosto estimado disminuye con el aumento en el costo estimado de los proyectos, es decir, entre más dinero conlleve la realización total de la obra menos sobrecosto acarreará, esto puede indicar que los proyectos más grandes generalmente están mejor administrados en comparación con los más pequeños (Odeck, 2004).

Una razón de esta afirmación es que solo las grandes empresas, las bien administradas, de buen nombre y reputación, son aquellas a las que se les puede asignar este tipo de macroproyectos y así contar con un parte de tranquilidad por los buenos procesos que se llevaran a cabo, no exento a cometer errores o sortear dificultades obviamente, pero si a contar con un equipo y experiencia suficiente para superar los tropiezos.

El monitoreo cercano de la adquisición e implementación de contratos de obras viales proporciona la base para identificar alertas tempranas de posibles problemas fiduciarios y la información para abordarlos. Esto es fundamental para mejorar la integridad de los procesos de adquisición e implementación de los contratos de obras viales y el fortalecimiento del entorno general de gobernanza en el sector vial (Alexeeva et al., 2008).

Se debe seleccionar el contratista competente que tenga experiencia previa en la implementación de proyectos de alto nivel (Al Hadithi, 2018).

Escala Likert.

El presente trabajo incluirá un análisis de encuestas como parte del método. Estas utilizan escalas Likert para permitir la cuantificación del grado de importancia y frecuencia percibido por los encuestados.

Las escalas Likert son un conjunto de métodos que van, en orden ascendente, solicitando a las personas a las que se le apliquen instrumentos que utilicen este tipo de escala, que indiquen cuán de acuerdo o en desacuerdo, aprueban o desaprueban, consideran que es verdadero o falso aquello por lo que se les está preguntando.

Por lo general, hay 5 opciones de respuesta, desde (por ejemplo) 1 que sería el equivalente a “totalmente en desacuerdo” hasta 5 siendo esto igual a “totalmente de acuerdo” (Jamieson, 2004). Estos métodos suelen ser reconocidos entre los más utilizados para la medición en Ciencias Sociales (Cañadas Osinski & Sánchez Bruno, 1998; Dawes, 2008). Este tipo de escala surgió en 1932, cuando Rensis Likert (1903-1981) publicó un informe en el que presentó cómo hacer medición a las actitudes de toda persona aquella que contestase el instrumento que lo llevaría a conocer dicha medición (Edmondson, 2005; Likert, 1932).

Revisión de literatura.

Estudios en el mundo.

Al Hadithi (2018). Identificó y estudió las causas de los retrasos en la construcción de obras civiles en Iraq en función de la frecuencia de su ocurrencia y las diferencias en las opiniones entre el contratista, el propietario y el consultor. Según el criterio de los consultores y los contratistas identificó 64 causas de demora las cuales agrupó en 7 grupos, estos son: 1) la realidad política y la crisis económica del país, 2) la dependencia casi total del petróleo y la corrupción, 3) demoras en la obtención de resultados de laboratorio para identificar las características de los materiales, 4) retraso en los pagos del contratista, 5) la inexperiencia del contratista en la resolución de problemas, 6) el clima, y por último 7) el retraso de las actividades durante el desarrollo del proyecto; también concluyó que por parte de los consultores existen dos causas que son: la falta de liquidez del contratista y modificaciones que se le realizan al contrato.

Thapanont et al. (2018). Investigaron y estudiaron las causas de la demora en los proyectos de construcción de obras viales en Tailandia mediante una revisión literaria de 9

paper's, de las 26 causas que encontraron, definieron mediante cuestionarios y entrevistas a ingenieros de proyectos que 5 de las 26 serían las más relevantes para su estudio, las cuales son: 1) planos incompletos, 2) falta de eficiencia del equipo o estado financiero de los contratistas, 3) retraso en la reubicación de las estructuras de servicios públicos existentes, 4) menos experiencia en ingeniería de proyectos y 5) retrasos por variaciones ambientales.

Alfakhri et al. (2018). En este caso el objetivo del estudio fue medir los efectos que generaban los retrasos en las obras de construcción vial en Trípoli, Libya. Realizaron una encuesta dirigida a los propietarios, consultores y contratistas de proyectos de construcción de obras viales obteniendo una tasa de respuesta del 71%. Los resultados del estudio revelan que dicho objetivo se cumplió con éxito gracias a que se logró concluir que los retrasos generan en gran medida excesos de costos, de tiempos, litigios y la interrupción del tráfico.

Le-Hoai et al. (2008). Este paper examinó las causas de la demora mediante la realización de una encuesta por cuestionario a 87 expertos de la construcción vietnamita. Las 21 causas de retraso y sobrecostos se aplicaron para categorizar con la técnica de análisis Factorial y se encontraron los 7 factores más relevantes: 1) Falta de restricción y lentitud, 2) Incompetencia, 3) Diseño, 4) Estado de mercado y estimación, 5) Capacidad financiera, 6) Gobierno, 7) Trabajo o trabajador.

Estudios en Latinoamérica.

Hernandez Coronado (2016). En su estudio realizo un análisis comparativo del desempeño en la ejecución de las obras y las causas del retrabajo en diversos proyectos de

construcción en Latinoamérica aplicando los siguientes métodos estadísticos: chi-cuadrado, coeficiente relación de Pearson y ANOVA.

Sus principales hallazgos fueron los siguientes; con el primer método se intentó determinar si existe relación entre el tipo de incidencia mayoritaria y las variables características de las obras (País, Sector y Tipo de obra) que debido a limitaciones como el tamaño de la muestra, no fue posible validar los resultados obtenidos; con el segundo método inicialmente se esperaba encontrar una relación entre el número de incidencias con las desviaciones tanto de presupuesto como del plazo de ejecución, sin embargo, se observó que dicha relación no existe.

Por otro lado, se concluyó que la desviación del plazo de ejecución tiende a disminuir en obras de larga duración, de igual manera se concluyó que las incidencias por corrección de obras a solicitud de la supervisión ocurridas en obras de presupuesto alto o larga duración, tienden a tener un mayor impacto económico que en obras de bajo presupuesto o corta duración.

Estas obras tienden a presentar un mayor número de incidencias por causas vinculadas a factores de la organización y del proyecto. Por último, con el tercer método, se concluyó que la desviación del presupuesto está relacionada con el tipo de obra. Donde las obras de rehabilitación o mantenimiento son las que tienden a presentar una mayor desviación del presupuesto.

Resultado interesante debido a que este tipo de obra presenta un mayor número de incidencias relacionadas a la modificación del alcance, lo cual puede indicar que esta causa esté relacionada con esta variable.

Rudeli et al. (2018). El objetivo de este artículo fue realizar un estudio estadístico y un análisis cualitativo de la literatura disponible que permitiera conocer las causas de retrasos más importantes y su repercusión en los distintos países del mundo, en él fueron estudiadas 1057 causas analizadas por 47 autores diferentes, detectando que la mayor parte de los estudios (más del 80%) han sido llevados a cabo en Asia y África.

Se implementó un método de clasificación por categorías para así determinar los principales problemas que llevan al retraso de los proyectos de construcción, dejando evidenciado que los problemas durante la ejecución, problemas con la mano de obra, financieros y de diseño son los principales causantes de los retrasos en los proyectos de construcción. Asimismo, ha sido demostrada estadísticamente una gran variabilidad en la manera de ponderar la importancia de las causas propuestas por los autores (los estudios están realizados están realizados a partir de entrevistas, entrevistas semiestructuradas o paneles de expertos).

Tal motivo genera la necesidad de realizar una búsqueda de nuevos métodos cuantitativos de análisis que permitan llegar a un consenso sobre cuáles son las causas más frecuentes e importantes de los retrasos.

Estudios en Colombia.

Lozano Serna et al. (2018) realizaron una identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia mediante el programa R y ejecutando los siguientes métodos estadísticos: Prueba de Kruskal-Wallis, prueba de Wilcoxon, prueba de correlación de Spearman y prueba chi-cuadrado de Pearson.

Los cinco aspectos más representativos en la variación del tiempo de ejecución de proyectos en Colombia son la planeación del cronograma, la maquinaria necesaria a tiempo, los cambios en los diseños, las fluctuaciones de la moneda y el sector dentro de la actividad económica. De acuerdo con los resultados el factor general de planeación es uno de los más influyentes en la variabilidad del tiempo, además del sector económico. Con relación a la variación del costo en los proyectos, los cinco factores más influyentes son la falta materiales necesarios a tiempo, la falta de comunicación entre las partes involucradas, las fluctuaciones de la moneda, las prácticas fraudulentas y el tipo de proyecto.

Gordo Barreiro et al. (2017). En esta investigación se tenía por objetivo formular un modelo metodológico dentro de un proceso de obra civil de carácter público, que identificando problemáticas; promovieran recomendaciones y acciones como elemento de control y calidad que propenderán a dar respuestas de contingencia que optimicen el buen desarrollo de la obra civil.

Se hicieron tres casos de estudio (nivel internacional, nacional y local). En el caso internacional, se encontraron proyectos que han experimentado grandes retrasos y que con una buena administración y determinación de alcance se pudieron haber evitado.

En el caso nacional algunos de los factores principales de demora es la adquisición de predios, la negligencia y falta de cooperación de entidades. Por último, en el caso local se encontró como causa de retraso la ausencia de estudios previos como lo son el estudio de suelos, geotecnia, topografía, geología, ambiental, entre otros; insuficiencia de personal técnico, la planeación inconclusa en cuanto al alcance del proyecto, entre otras.

Marín Burgos & Ávila Vela. (2015). En este trabajo se trataron las fases de un proyecto para poder analizar y determinar las diferentes causas de incumplimiento en las obras, basados en el amplio marco teórico que presenta la programación de obras y entrevistas a ingenieros que trabajan en proyectos de construcción.

La determinación y las causas se logró gracias a la identificación de las principales fallas en los procesos técnicos y administrativos de las actividades en la construcción de obras civiles; las siguientes son las causas reconocidas en el estudio: falta de planificación de las actividades, deficiente planificación y programación de compras, programaciones inexistentes para todas las actividades, mal control de órdenes de compras e inventarios, pagos no oportunos por parte del constructor, bajas condiciones en el almacenamiento de los materiales. Finalmente se logró el objetivo de determinar la importancia de la programación en las obras.

Sarmiento Sarmiento et al. (2018). Realizaron un proceso de seguimiento y control que permita a la secretaría de infraestructura del municipio de Madrid, Cundinamarca, establecer criterios de evaluación durante el proceso y ejecución de proyectos de construcción vial. Utilizaron una guía gerencial de optimización de sobrecostos y tiempos denominada PMBOK¹⁸ (*Project Management Body of Knowledge*). para conocer un resumen del control de las actividades

¹⁸ Es la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos o PMBOK por sus siglas en inglés (*Project Management Body of Knowledge*), es un libro en el que se presentan estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos (Project Management Institute, 2017).

ejecutadas contra las programadas y utilizar la ruta crítica para tomar decisiones en obtención de recursos y/o tiempo.

El rendimiento y el avance es favorable, debido a la implementación de control diario de la metodología PMBOK.

Metodología propuesta.

La metodología desarrollada fue la siguiente:

Leer literatura relacionada.

Buscar información en bases de datos especializadas para adquirir conocimientos relacionados al tema en estudio, tomar referencias que sean de utilidad en la justificación del trabajo y comprobar que no exista un estudio como el que se está a presentando.

Buscar, recopilar y organizar la información.

La información necesaria para poder realizar el estudio se debe seleccionar de los diferentes documentos que contengan registros del desarrollo de las obras viales en estudio (tales como bitácoras, reportes diarios de obra y otros documentos contractuales y de seguimiento de proyecto), luego de esto se identifican y recopilan los datos pertinentes de las principales variables generadoras de retrasos en cada obra y al final se organizan para proceder a su análisis estadístico.

Análisis estadístico.

A partir de los datos recopilados anteriormente se realiza el análisis estadístico de las diferentes variables que se lleguen a identificar.

Análisis de resultados y conclusiones.

Posterior al análisis de los datos, se procederá a la presentación los resultados obtenidos del análisis anterior. Y consecuente a esto se plasman las ideas que generaron el debate de la discusión de los resultados y la recopilación de las conclusiones.

Descripción del método.

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron dos estrategias para recolectar información y realizar el respectivo análisis. Dichas estrategias son: la revisión de bitácoras obtenidas de las diferentes empresas contactadas, y de la creación y ejecución de una encuesta dirigida a todos los directos implicados en la construcción de obras viales.

Para determinar la cantidad de encuestas necesarias, será utilizada la ecuación descrita para poblaciones desconocidas en (Naing et al., 2006), ya que no se conoce exactamente cuántos profesionales se les podría aplicar la presente encuesta. La ecuación es:

$$n = \frac{Z^2 P(1 - P)}{d^2}$$

Donde,

n = tamaño de la muestra.

Z = la estadística asociada a un nivel de confianza (generalmente 95%).

P = proporción esperada.

d = precisión aceptable.

Para el siguiente estudio, $Z = 1.96$ (asociado a un 95% de confiabilidad) el cual es un valor convencional utilizado en este tipo de estudios (Naing et al., 2006), para $d = 0,1$ siendo que los autores aceptan una precisión de 10%, es decir el margen de error que los autores están dispuestos a aceptar en la estimativa de la proporción (Bartlett et al., 2001), $P = 0.5$, la cual produce el mayor valor posible de la muestra (Bartlett et al., 2001).

Revisión de bitácoras.

El desarrollo de dicha revisión consistió, primeramente, en dirigirse a la secretaria de obras públicas de la Ciudad la cual está encargada de toda la infraestructura pública de la misma y tal como lo menciona dentro de sus funciones secundarias ésta debe “realizar las gestiones y preparar los actos requeridos para el diseño, control y optimización de vías de conexión metropolitana, corredores regionales y autopistas perimetrales: de vías arterias y de vías colectoras y con el mantenimiento de las mismas” (Alcaldía de Barranquilla, 2018), por lo cual se le fue solicitada la ayuda en la obtención de información que ayudara a avanzar en la investigación. Por otro lado, también se recurrió a las empresas privadas del sector especializadas en este tipo de obras civiles (pavimento hidráulico, rígido, articulado, etc.) y con obras recientes en el área de estudio para solicitarles la bitácora o bien el instrumento en donde reposan los registros de todos los asuntos y eventos importantes que se presenten durante la

ejecución de los trabajos (Ayala Suarez, 2017), y de allí poder extraer la información necesaria para establecer las principales causas de retrasos y sobrecostos de las obras.

Luego de la obtención de las bitácoras se realizó el siguiente procedimiento y dentro de este se establecieron los criterios para la distribución de los tiempos de retraso y el impacto de los sobrecostos:

- Se inició con la lectura de las actividades del día a día en la obra para lo cual se iba anotando aquellas actividades o situaciones que evidenciaban un claro retraso o sobrecosto en la obra, como lo fueron las lluvias, errores en la ejecución del trabajo, suspensiones, etc. Acorde a la descripción que proporcionaba la bitácora de los sucesos en la obra, se asigna el impacto que estos generaban en el proyecto representados como retrasos de más de una hora, actividades extras, etc., la unidad de medida utilizada para poder realizar el análisis estadístico a los resultados fue el tiempo expresado en horas. Dichas horas indican que tan severo fue el impacto negativo que ocasionó cada acontecimiento al proyecto en general, es decir, ya que una jornada laboral ordinaria consta de dos sesiones de 4 horas para un total de 8 horas entre mayor sea el número de horas asignadas al inconveniente así será la severidad del mismo.

Criterios de tiempo e impacto:

Geotecnia.

Con respecto a las condiciones del suelo se determinaba la cantidad de horas según la descripción del suceso, siendo uno el hallazgo de arcillas que no estaban contempladas en el

desarrollo de la obra, daño en las estabilizaciones del suelo, etc., y en este caso hubo asignación de retrasos desde 1 hora hasta de 8 horas.

Equipo.

En este aspecto sucedieron dos situaciones, las fallas en la maquinaria y la selección inadecuada de la misma.

Se consideró que la situación afectaba, o no, los tiempos y costos de la obra, siempre y cuando el operario asistiera a la obra y no pudiera hacer uso de la maquinaria; pero si este no asistía a la obra se asumía que la empresa encargada del alquiler de las maquinas ya había iniciado la reparación de la maquina y por consiguiente no afectaba en los costos, y para la selección inadecuada esta hace referencia a un caso específico en donde la maquinaria enviada a obra era demasiado grande para poder ingresar en el sitio para el cual se solicitó y por ende no pudo ejecutar su tarea.

Diseño.

El alcance del proyecto en términos del diseño que se realizó no fue el suficiente puesto que se encontró registro de que se hizo necesario la construcción, en varios tramos, de placas adicionales para completar el proyecto en su totalidad.

Contratista.

Se tuvo en cuenta la falta de personal que se dio en el momento en que no hubo personal en la obra debido a la mala gestión del contratista y a los errores de subcontratista como lo fueron demoras de Triple A¹⁹ en la reparación de tuberías.

Clima.

Se analizó como la lluvia retrasaba la obra teniendo en cuenta los daños a actividades anteriores e interrupción de actividades programadas o en ejecución.

Cuando hacían referencia de que habían ocurrido serenos o que “las condiciones no eran las óptimas” equivalía a una hora de retraso ya que esto afecta de manera mínima el normal desarrollo de la obra impidiendo quizás continuar con las actividades previstas mas no genera actividades extras.

Cuando se referían a lluvias nocturnas le fue asignado un retraso de dos horas, puesto que esto implicaba estancamiento del agua en la obra y por ende actividades extras para la extracción del agua estancada bien sea de manera manual o por bomba si el caso lo ameritaba (en ninguno de los casos nunca se especificó de qué manera fue evacuada el agua).

¹⁹ Es la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. E.S.P. (Triple A S.A. E.S.P.) encargada de la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, así como el tratamiento y aprovechamiento de residuos en la ciudad de Barranquilla así como diferentes municipios del Área Metropolitana y el Atlántico (Triple A S.A. E.S.P, 2020).

Cuando se refería a lluvias intensas dependía mucho de la hora en que comenzara dicha condición climática, si comenzaba en horas de la mañana le era asignada una duración de 4 horas y si era por la tarde de 2-3 horas dependiendo de lo que se describía en la bitácora.

Ejecución de trabajos.

En la ejecución de trabajos hubo muchos aspectos que denotaron este criterio como los “daños en placas” que estando ya construidas, al momento de caer lluvia sobre estas el agua quedaba estancada en ellas y no se drenaba como debiera de ser lo que claramente indica una mala ejecución en el proceso constructivo y a no ser aceptadas por interventoría por ende tuvieron que demolerse y nuevamente construirse de manera adecuada, daños en la tubería de acueducto en la zona de construcción ocasionando la fuga de agua y por consiguiente en muchas de estos errores el daño en los trabajos de estabilidad del terreno contiguo al lugar de la fuga de agua, por la utilización de una formaleta en mal estado la estructura fundida (anden y bordillo) con esta formaleta tuvo que ser demolida y nuevamente construida con una formaleta idónea y necesaria para una buena ejecución del trabajo, por ultimo hubo daños a ciertas casas del lugar donde se ejecutó la obra por lo que tuvieron que ser reparadas por parte del contratista y con lleva a un sobre costo en el proyecto.

Suspensiones.

La suspensión se refiere a la pausa en las actividades de la construcción de la obra. La suspensión de un proyecto se da por razones legales, clima, órdenes del interventor, etc. Pero en el caso de estudio presentado se generaron por parte del gobierno (20 días) y por trabajos de la empresa Triple A (11 días).

Para poder hallar el porcentaje de retraso en este grupo al proyecto como tal, se tuvo en cuenta lo siguiente:

Cuando en el desarrollo normal de la obra se trabajaba el domingo se asumía que el sábado era día completo, es decir 8 horas laborales, y cuando no, entonces el sábado solo iba hasta medio día (4 horas laborales). Y de esta última manera se asumieron los días sábado que tuvo la obra durante sus suspensiones mientras que los domingos no tuvieron influencia en la cantidad de horas de retraso.

Todos estos datos fueron tabulados en un libro de Excel para tener la facilidad de ir organizando la información en el mismo medio en el cual posteriormente se realizarían los análisis necesarios para la investigación. De la otra bitácora obtenida de otro proyecto no se pudo hallar otras causas de retraso, ya que se trataba de un informe y no de la bitácora, como tal fue imposible realizarle un buen análisis a la información que allí reposa.

Revisión de encuestas.

Para el desarrollo de la investigación se recopiló información de diversos estudios alrededor del mundo que tuvieran alguna relación con la misma investigación sobre retrasos y sobrecostos en la construcción de obras viales, de esta forma, fue posible adaptar variables que existen en otros lugares del mundo y que muy probablemente tienden a tener más ocurrencias y/o relevancia en Colombia. Teniendo en cuenta lo anterior se inició la búsqueda de bitácoras, pero esta no se logró por falta de colaboración de los contratistas, debido a eso y basado en la literatura, se decidió complementar el estudio con encuestas para obtener información sobre la realidad de las obras viales.

Con respecto al nivel de confianza asociado para la cantidad de encuestas obtenidas (42) teniendo en cuenta que la muestra máxima (n) necesaria para cumplir con los parámetros establecidos por nosotros (95% Z y 10% d) es de 96, la probabilidad de que encuestados representasen adecuadamente la población en estudio, es decir, la confianza que podemos tener en los resultados obtenidos es de un 80.6%.

El instrumento se estructuró bajo la guía y aprobación de los tutores al igual que por parte del departamento de graduados de la Universidad de la Costa se recibió el aval para poder difundir dicha encuesta a los diferentes profesionales que se desarrollan en este campo laboral.

La encuesta está compuesta, básicamente, por una recopilación general de la persona que la estará diligenciando (grado de escolaridad, años de experiencia, y tipos de pavimentos en los que tiene experiencia), luego se describen las diferentes causas de retraso y sobre costo para que quien vaya a realizar la encuesta se haga una idea de a que nos estamos refiriendo con cada ítem, posterior a esto se encuentran diferentes escalas Likert en donde deberán responder acorde a su experiencia laboral cuál es su percepción sobre estas, al final se deja un espacio para realizar algún comentario y opcionalmente una casilla para dejar el correo y poder contactarnos en dado caso se considere necesario. En el apartado Anexos del documento puede encontrar el formato de la encuesta realizada la cual fue de manera anónima y con el mero fin académico de ayudarnos a obtener otro punto de vista.

Análisis y discusión de resultados.

A continuación, presentaremos los datos recopilados de la bitácora y la encuesta realizada durante la investigación.

Bitácora.

A partir de la solicitud de acceso a bitácoras de proyectos viales hecho ante diferentes constructoras, solamente fue posible conseguir una y un informe de construcción. Es posible que esa reticencia se deba a que la bitácora es un documento contractual y las empresas prefieran mantenerla totalmente confidencial. Al solo contar con una bitácora, y un informe de construcción, que realmente no era lo pertinente para la investigación, se procedió a realizarle el análisis a la bitácora con la que contábamos.

El proyecto se llevó acabo en el municipio de Galapa en el Departamento del Atlántico y constó de la construcción en pavimento rígido de aproximadamente unos 500m lineales. Del anterior proyecto mencionado se identificaron y analizaron 14 variables causantes de retrasos, reunidas en 7 grupos, que para efectos de este proyecto en específico se pueden apreciar cuatro variables significativas de las cuales dos son típicas, que se presentan en la mayoría de la duración del proyecto y las otras dos son atípicos, que solo se presentaron en uno o dos meses en específico. Por último, se muestran las variables restantes del análisis, las cuales fueron de menor relevancia dentro de la obra en general, siendo de poco impacto y frecuencia. Estos resultados se presentan a continuación desde la Figura 7 a la Figura 12.

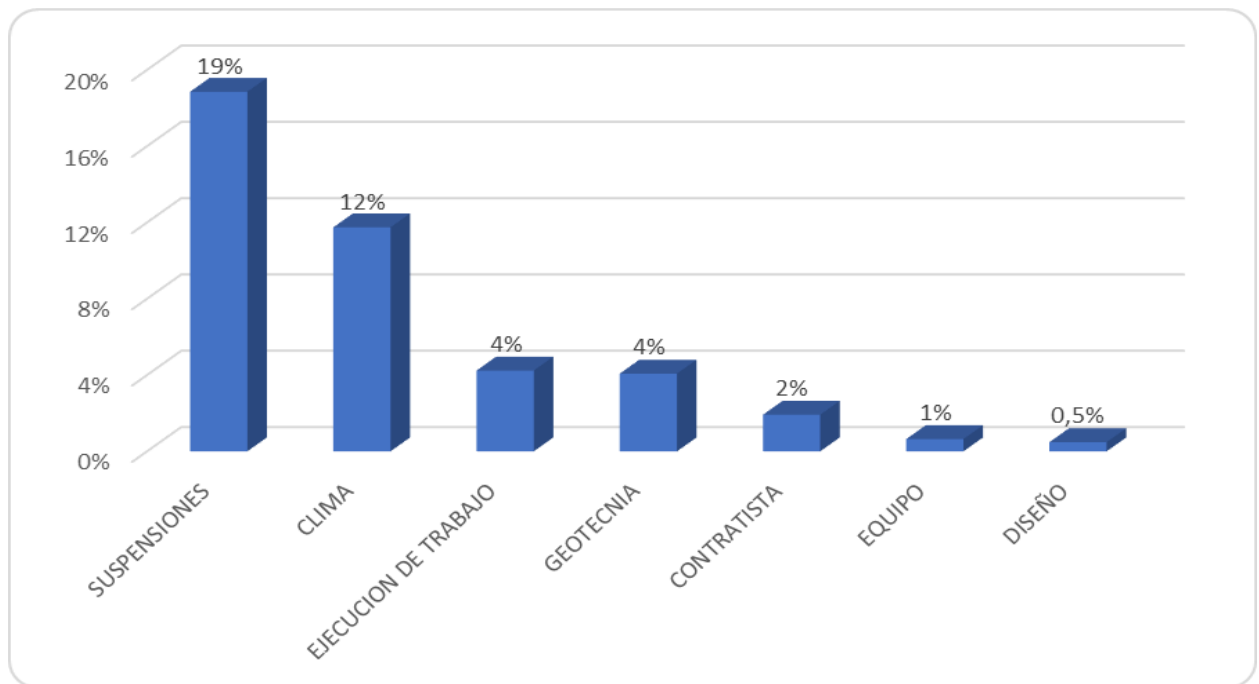


Figura 7. Porcentaje de horas totales perdidas en el proyecto discriminadas en cada uno de los grupos.

Fuente: Creación propia.

En la Figura 7 podemos observar como en el diagrama de barras, de manera descendente, se muestran los grupos que retrasan una obra siendo las suspensiones (Gobierno y Triple A) el que más afecto (19%), seguido por el clima (12%).

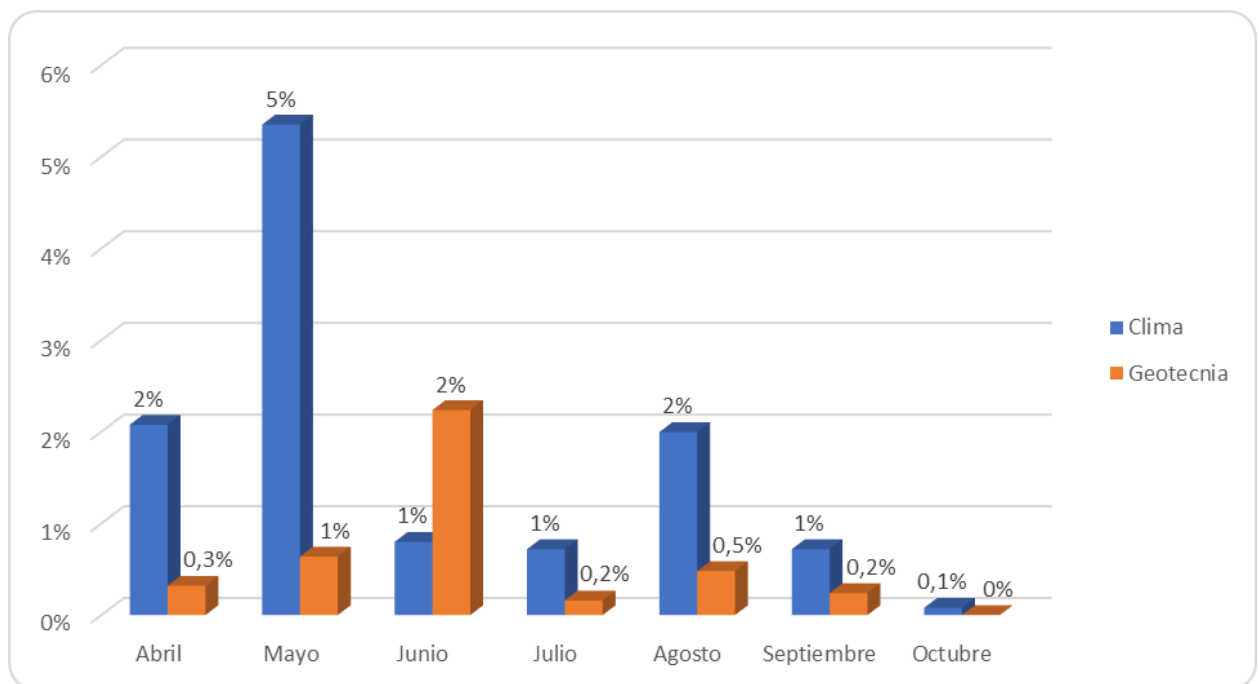


Figura 8. Variables típicas en el transcurso del proyecto. Fuente: Creación propia.

En la Figura 8 podemos observar que variables como el clima y geotecnia afectaron el desarrollo del proyecto significativamente al ser muy recurrentes en el transcurso del mismo; estas variables se pueden apreciar desde el inicio del proyecto hasta la finalización de este, marcando un descenso en el caso de las fallas de suelo, y una fluctuación en la variable clima haciendo a esta algo impredecible.

Un hecho importante que resaltar ante estas dos variables es que el clima, de no tomarse las medidas pertinentes, puede llevar al suelo a fallar, esto queda claro cuando en la bitácora se suspenden actividades debido a la lluvia y al día siguiente era necesario retirar material afectado.

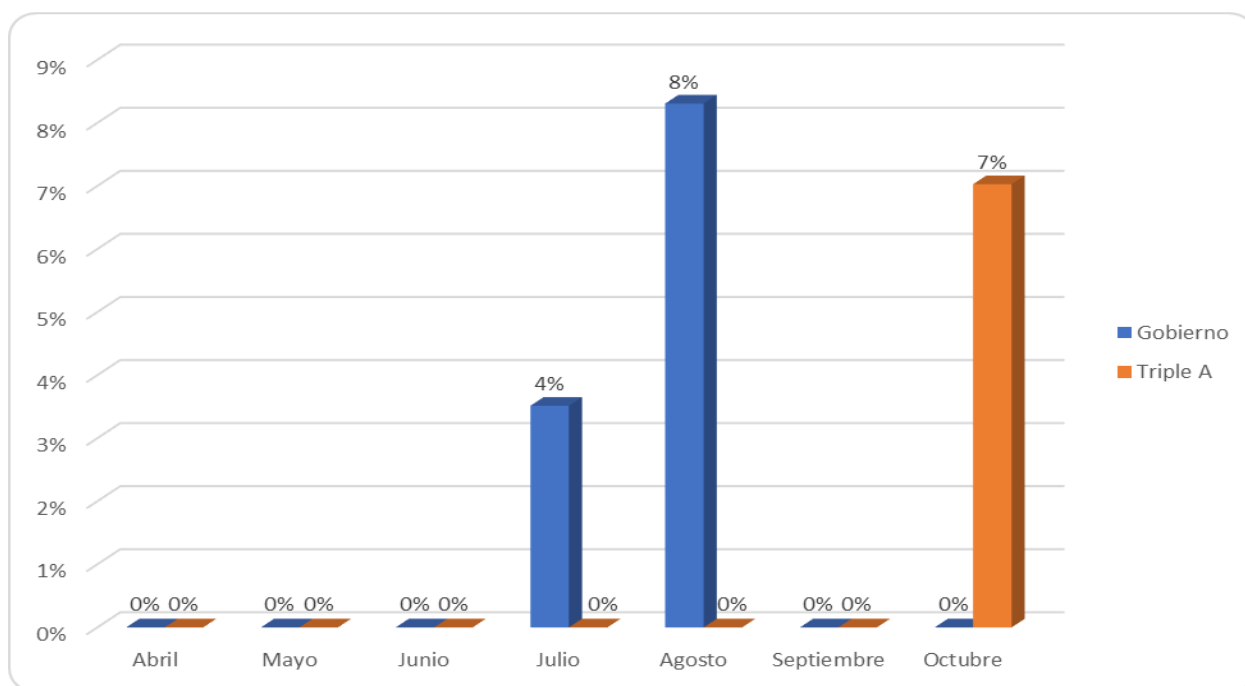


Figura 9. Variables atípicas en el transcurso del proyecto. Fuente: Creación propia.

En el diagrama de barras se encuentran las variables de suspensión, gobierno y Triple A, las cuales fueron consideradas atípicas en el presente trabajo ya que no son comunes en otros proyectos y son específicas de este proyecto, la suspensión realizada por el gobierno solo fue notificada por medio de un oficio que se le hizo entrega a la obra, sin embargo, la información suministrada en la bitácora es insuficiente a la hora de saber la justificación de la suspensión, en bitácora, la razón de la misma; por parte de Triple A fue una suspensión debido a un acumulado de errores por partes de la cuadrilla al romper algunas tuberías y la ausencia de esta compañía al responder a tiempo para solucionar dichos problemas.

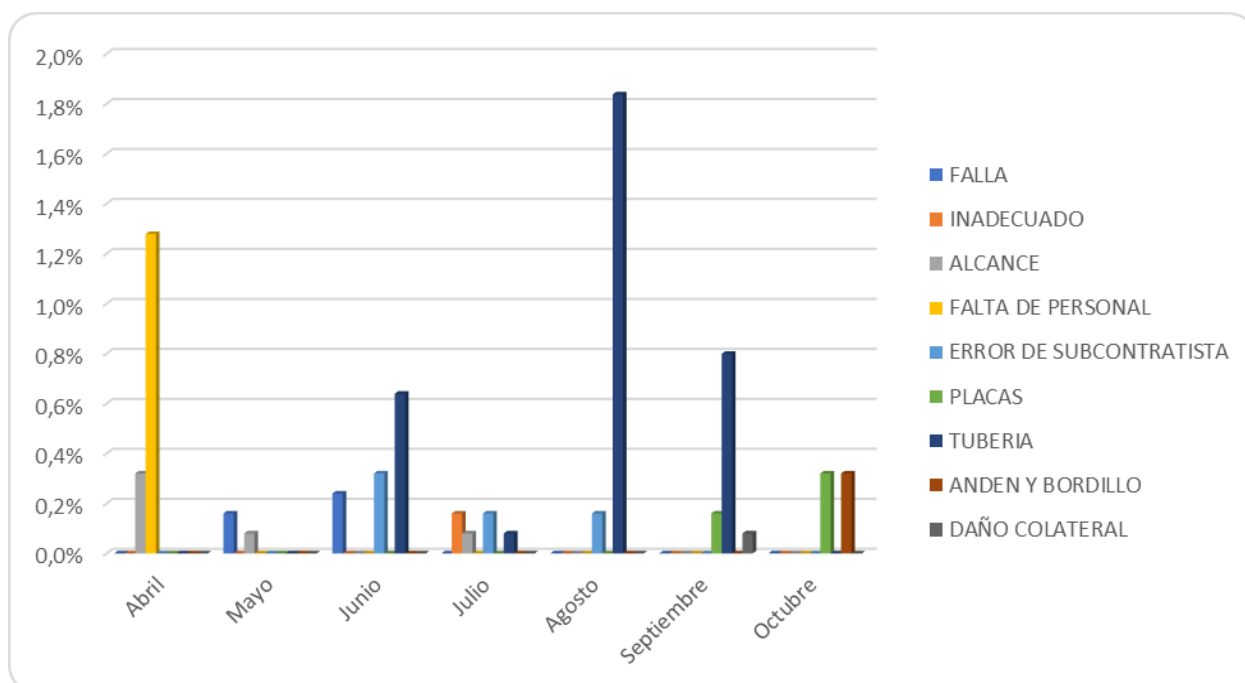


Figura 10. Variables con baja incidencia en la demora del proyecto. Fuente: Creación propia.

En la Figura 10 se presentan aquellas variables que no generaron un impacto representativo o recurrente en la obra, de las cuales podemos resaltar, como las que más afectaron la construcción, a los daños en tuberías existentes en la zona intervenida, la falta de personal que se evidenció al inicio de la obra, el alcance de la obra en ciertos lugares de ella y errores en algunas de las placas ya construidas.

En la Figura 11 y Figura 12 se mostrará la manera en como se desarrollaron los retrasos durante el tiempo transcurrido en el proyecto. En la Figura 11 se muestra el impacto de los retrasos de las diferentes variables del proyecto exceptuando las dos variables atípicas mencionadas anteriormente (suspensión de gobierno y Triple A) y en la Figura 12 se presenta el impacto real de los retrasos en esta obra en específico.

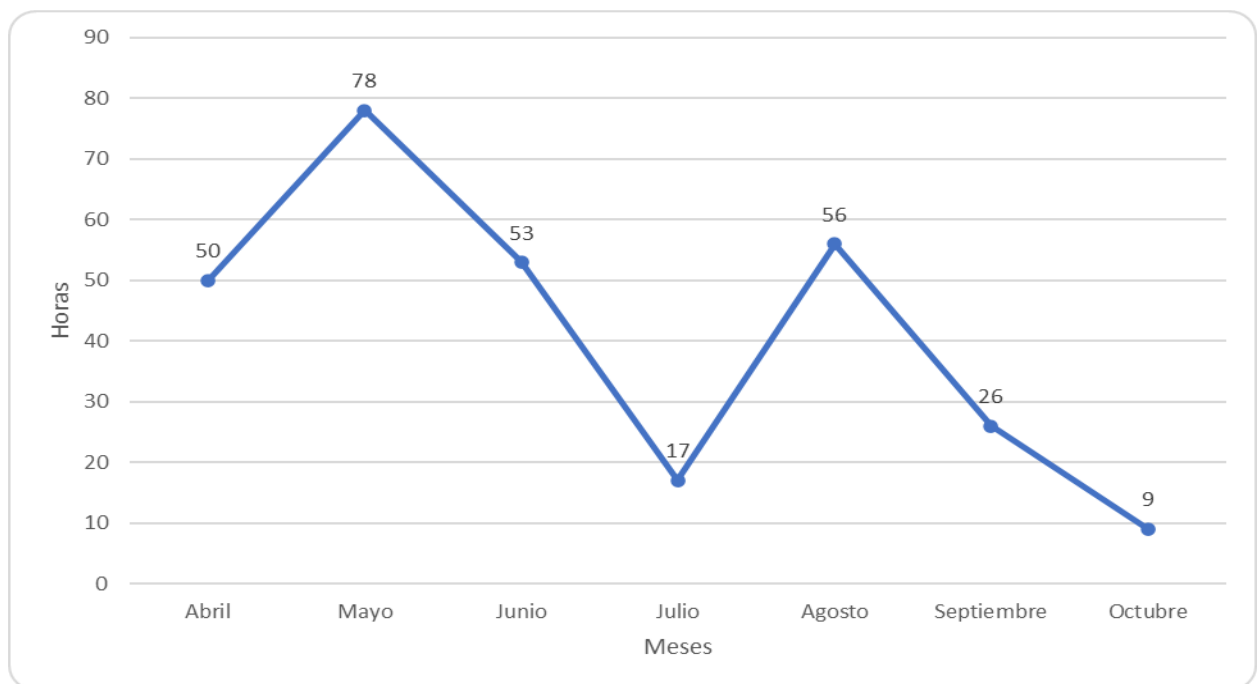


Figura 11. Comportamiento de las variables de retraso durante la ejecución del proyecto. Fuente: Creación propia.

Es visible como el retraso causado por conceptos no contemplados anteriormente son mitigados a lo largo que el proyecto va avanzando, esto sugiere que hubo una buena toma de decisiones a la hora de enfrentarse a un problema dado, aunque en este proyecto en específico los retrasos siguieron aumentando como se puede ver que ocurrió en el mes de agosto, siendo este el último mes complicado en cuestiones de retrasos representativos en la obra.

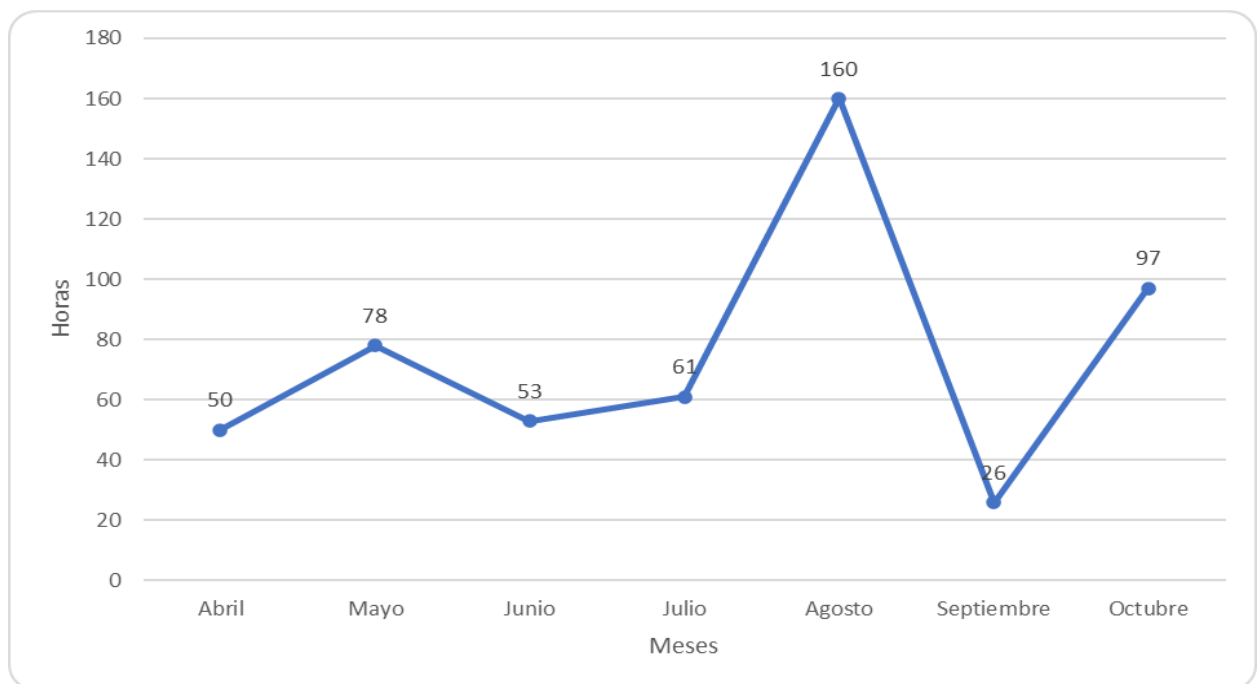


Figura 12. Comportamiento de las variables de retraso durante la ejecución del proyecto, incluyendo variables atípicas. Fuente: Creación propia.

En la Figura 12 se presenta el retraso real de la obra en estudio, en la cual se puede apreciar que al agregar las variables atípicas las horas de retraso aumentan considerablemente, lo que llevaría a realizar afirmaciones o análisis erróneos, esto se debe porque al incluir horas de retraso que son específicas de esta obra de construcción vial, el análisis que se le efectúe tendrá una alta variación en los resultados y por ende no se le podrán aplicar las mismas conclusiones a otros proyectos de construcción vial.

Es importante ver que debido a la adición de estas variables la premisa de que “la existencia de errores en el proyecto tiende a disminuir a medida que el proyecto vaya avanzando” se desvanece.

Encuesta.

Los siguientes datos presentados fueron obtenidos mediante la encuesta realizada a diferentes profesionales en el área de vías.

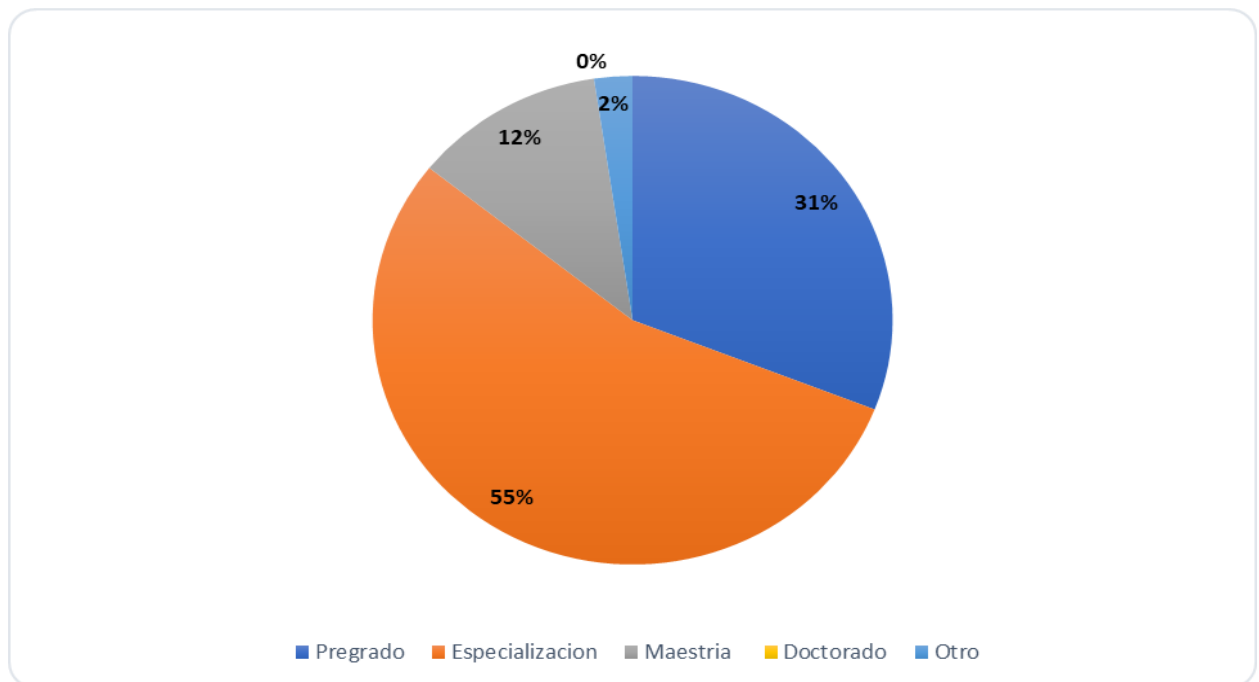


Figura 13. Grado de escolaridad de los encuestados. Fuente: Creación propia.

En la Figura 13 se observa la distribución del nivel académico de los entrevistados, contando con 13 profesionales, 23 especialistas, 5 *magister* y 1 técnico. Podemos notar entonces que la mayoría (67%) de los encuestados cuenta con un nivel de estudios de postgrado (especialización y maestría) lo que indica el alto nivel de capacitación y conocimiento de los mismos, además de que el restante (33%) se divide en 31% con estudios en pregrado y 2% con estudios técnicos para una muestra total con un nivel de estudios superior. La importancia de

conocer el nivel de escolaridad de cada entrevistado es reconocer la opinión experta acerca de las variables causantes de retrasos y sobrecostos.

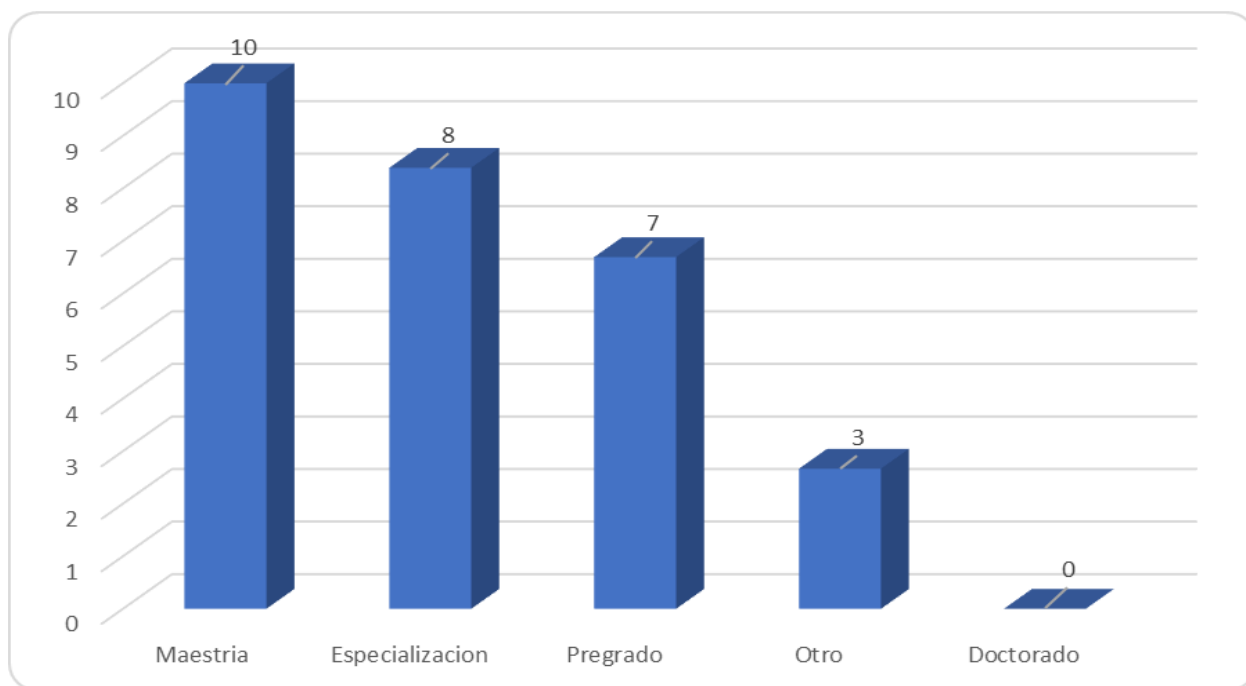


Figura 14. Promedio de años de experiencia vs escolaridad. Fuente: Creación propia.

La Figura 14 muestra como son distribuidos un total de 333 años de experiencia entre los diferentes grados de escolaridad siendo los *magister* los que más concentran horas de experiencia contando con un promedio de 10 años cada uno, seguido de los especialistas que promedian alrededor de 8 años cada uno, los pregrados rondan en 7 años de experiencia y técnicos tienen 3 años de experiencia.

Es importante registrar el recorrido en años que tienen las personas en el medio de construcciones de obras viales, ya que, esto significa que se ha enfrentado a diversas situaciones en donde ha debido sortear y superar variables causantes de retrasos y sobrecostos, por ende, el

criterio adquirido por dichas experiencias para definir cuales variables son más significativas que otras o cuales son más recurrentes que otras son de suma importancia.

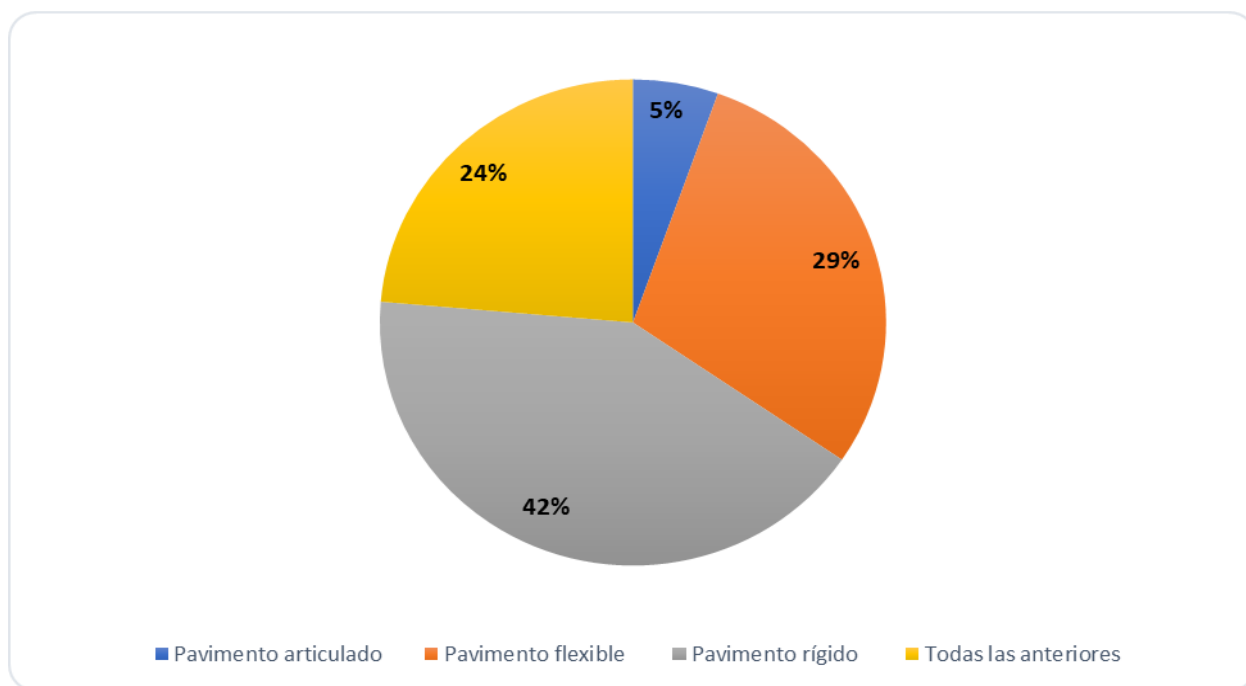


Figura 15. Tipos de pavimentos en los cuales han tenido experiencia. Fuente: Creación propia.

Como se vio reflejado en el marco teórico, los procesos constructivos de cada tipo de pavimento difieren en algún punto dado, por eso se considera necesario diferenciar en qué tipo de pavimentos el encuestado se encuentra más familiarizado; siendo el pavimento rígido el más familiarizado dentro de los encuestados con un 66% de ellos con conocimiento en el mismo, siguiéndole el pavimento flexible con un 53% y por último el pavimento articulado con un 29% de familiaridad dentro de los encuestados. Con lo anterior tenemos que casi en su totalidad (71%) de los encuestados tienen experiencia en pavimentos rígidos y flexibles siendo esto algo lógico puesto que en nuestra región la mayoría de los pavimentos son construidos en alguno de estos dos tipos de rodaduras.

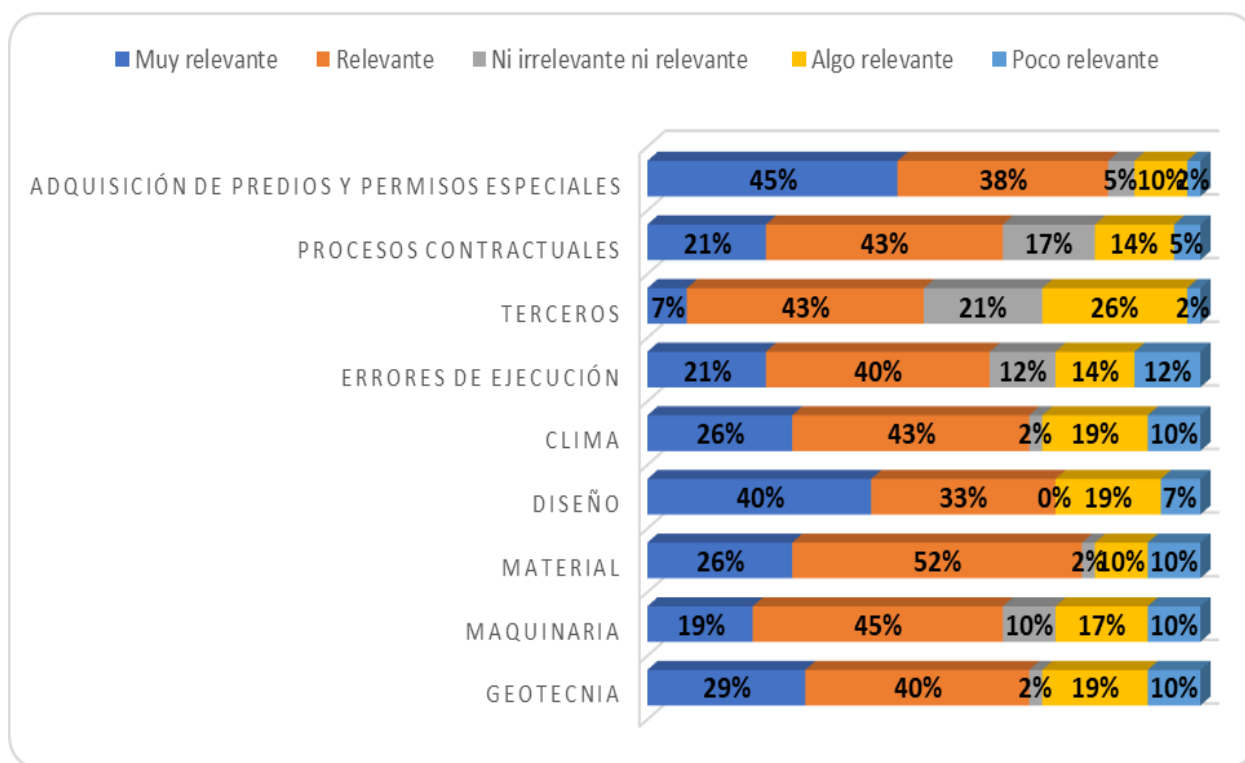


Figura 16. Variables de retraso según su relevancia. Fuente: Creación propia.

En la Figura 16 se puede ver de manera detallada los porcentajes de apreciación que tuvieron los encuestados a la hora de evaluar cada variable de retraso según su relevancia en la construcción de la obra.

Es posible ver como hay encuestados que consideran algunas variables con un criterio muy relevante, mientras que otro grupo es más conservador y opta por escoger relevante, aun así, se muestra como se tiene un gran apoyo (68%) de los encuestados al indicar que las variables se encuentran en el extremo de muy relevantes, es decir, son sinónimo de retraso y estas a su vez se deben tener en cuenta ya que podrían ser típicas.

Ocho de las nueve variables sobrepasan el 60% en definirse como relevantes y muy relevantes, siendo sólo una (terceros) la que se encuentra con un 50%; aquella que más relevancia tiene es la adquisición de predios y permisos especiales con un 83%, seguido por material con un 79%, luego diseño con 74% y geotecnia, junto a clima, con 69%.

De la Figura 16 se nota que hay muchas variables que causan retrasos significativos según los encuestados, estas variables destacables son adquisición de predios y permisos especiales, diseño, material y maquinaria.

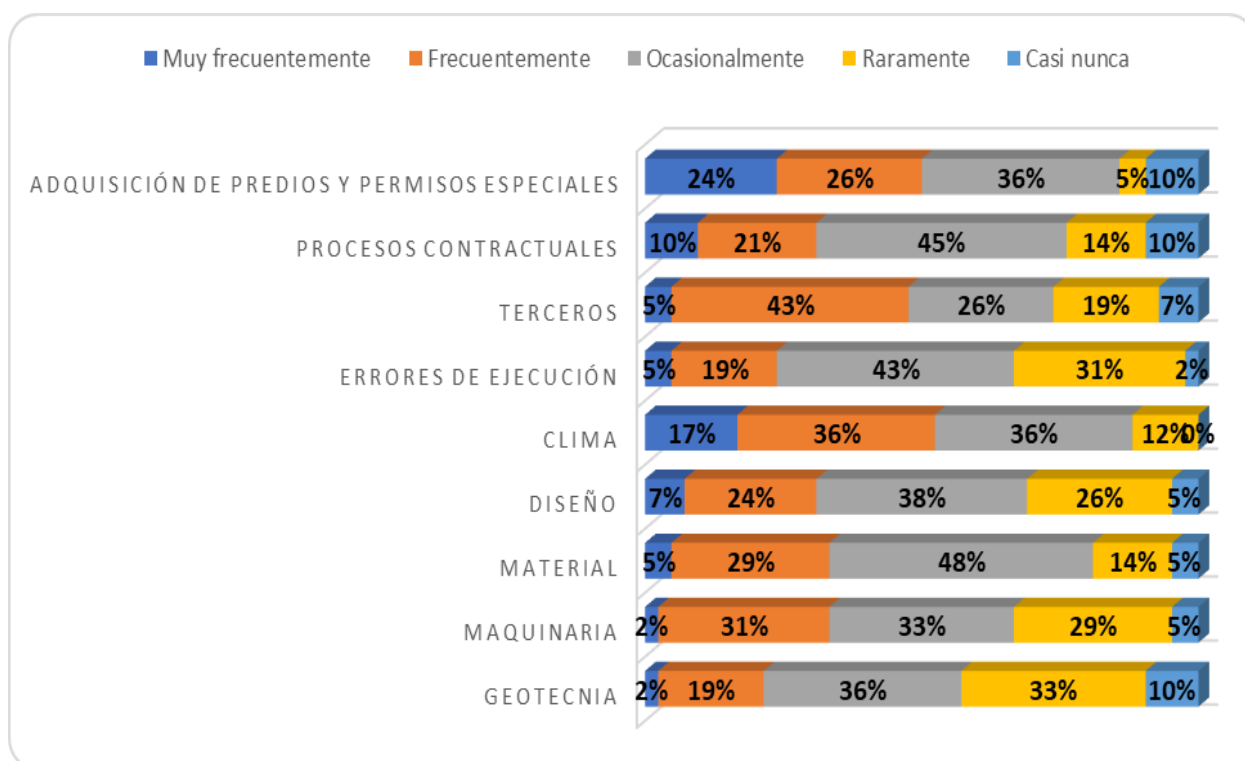


Figura 17. Variables de retraso según su frecuencia. Fuente: Creación propia.

En la Figura 17 podemos observar los porcentajes de valoración que tuvieron los encuestado al momento de evaluar cada variable de retraso según su frecuencia en la construcción de la obra.

En este caso la tendencia de las variables se encuentra dentro del rango de muy frecuente y ocasionalmente, siendo más conversadores al encontrarse la mayoría de los porcentajes (38%) sólo en la opción de ocasionalmente mientras que los otros extremos tienen el 36% (muy frecuente) y 26% (casi nunca). Este hecho nos indica claramente una inclinación hacia la frecuencia en la ocurrencia de este tipo de retrasos, prevaleciendo la eventualidad de los mismos.

La variable maquinaria se encuentra con igualdad en los tres extremos, muy frecuentemente-ocasionalmente-casi nunca, con un 33% en cada uno dejando entrever el poco consenso dentro de los encuestados frente a la misma; por otro lado nos encontramos con que 4 de las variables (material, diseño, errores de ejecución y procesos contractuales) cuentan con una superioridad en los porcentajes para la opción ocasionalmente, oscilando entre el 40% y 50% en todos los casos, le sigue los del extremo muy frecuentemente con las variables clima (52%), terceros (48%) y adquisición de predios y permisos especiales (50%) siendo la primera de este grupo la de mayor porcentaje dentro de todas, es decir, la que por los encuestados es la que más frecuencia representa en las obras viales y por último la variable geotecnia con un 43% en el extremo casi nunca lo que nos indica su poca frecuencia dentro de los proyectos viales.

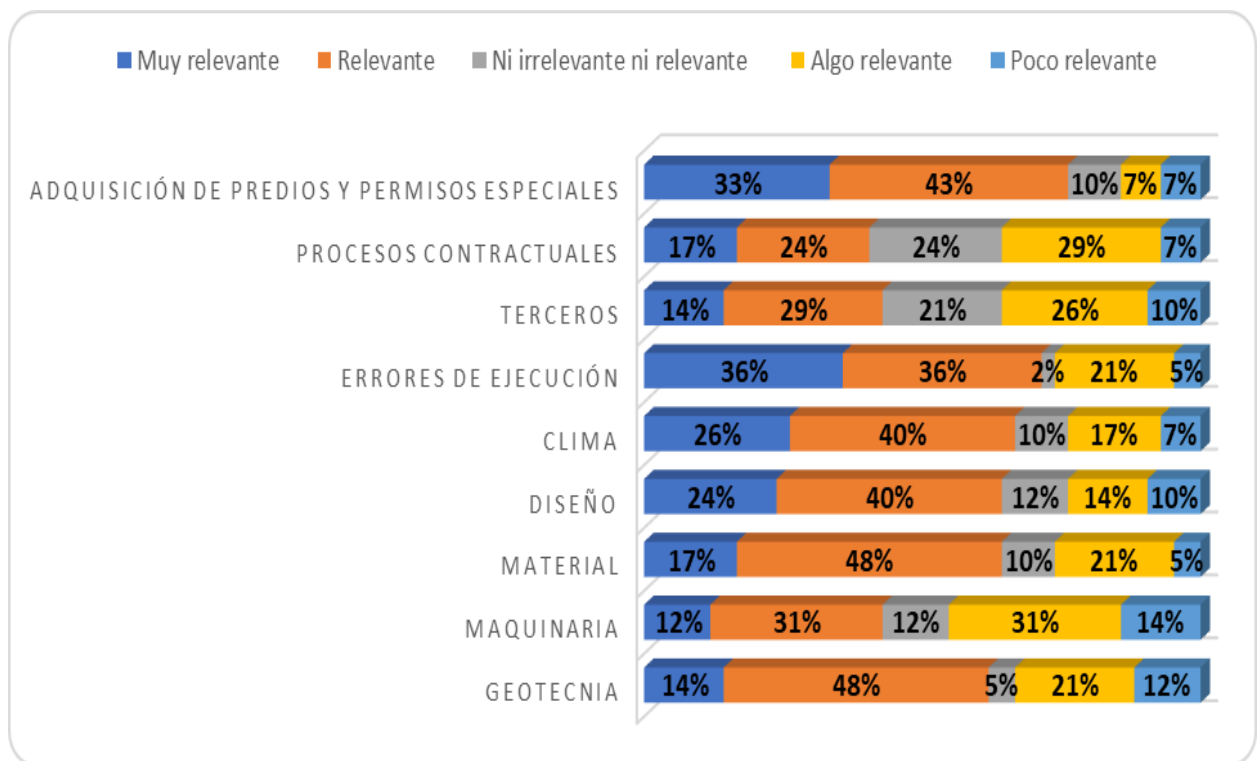


Figura 18. Variables de sobrecostos según su relevancia. Fuente: Creación propia.

En la Figura 18 podemos observar los porcentajes de estimación que consideraron los encuestados al momento de evaluar cada variable de sobrecosto según su relevancia en la construcción de la obra.

En este caso es posible ver que las variables se encuentran dentro del extremo muy relevante contando con un 59% de concesión entre los encuestados. Por otro lado, los otros extremos cuentan con 12% (indistinto) y 29% (poco relevante).

Lo anterior nos muestra claramente como los encuestados tornan a ser más conservadores al seleccionar, en un mayor porcentaje, la opción de relevante frente a la muy relevante más sin

embargo dejando claro la relevancia con la que cuentan dichas variables en términos de sobrecostos del proyecto.

La variable maquinaria es la única que cuenta con un mayor porcentaje (45%) en el extremo poco relevante indicándonos la baja relevancia que tiene esta en los sobrecostos de los proyectos.

También nos encontramos con que, al igual que en los retrasos, ocho de las nueve variables tienen el mayor porcentaje en el extremo de muy relevantes, aquella que más relevancia tiene es la adquisición de predios y permisos especiales con un 76%, seguido por errores de ejecución con un 71%, luego clima con 67% y material, junto a diseño, con 64%.

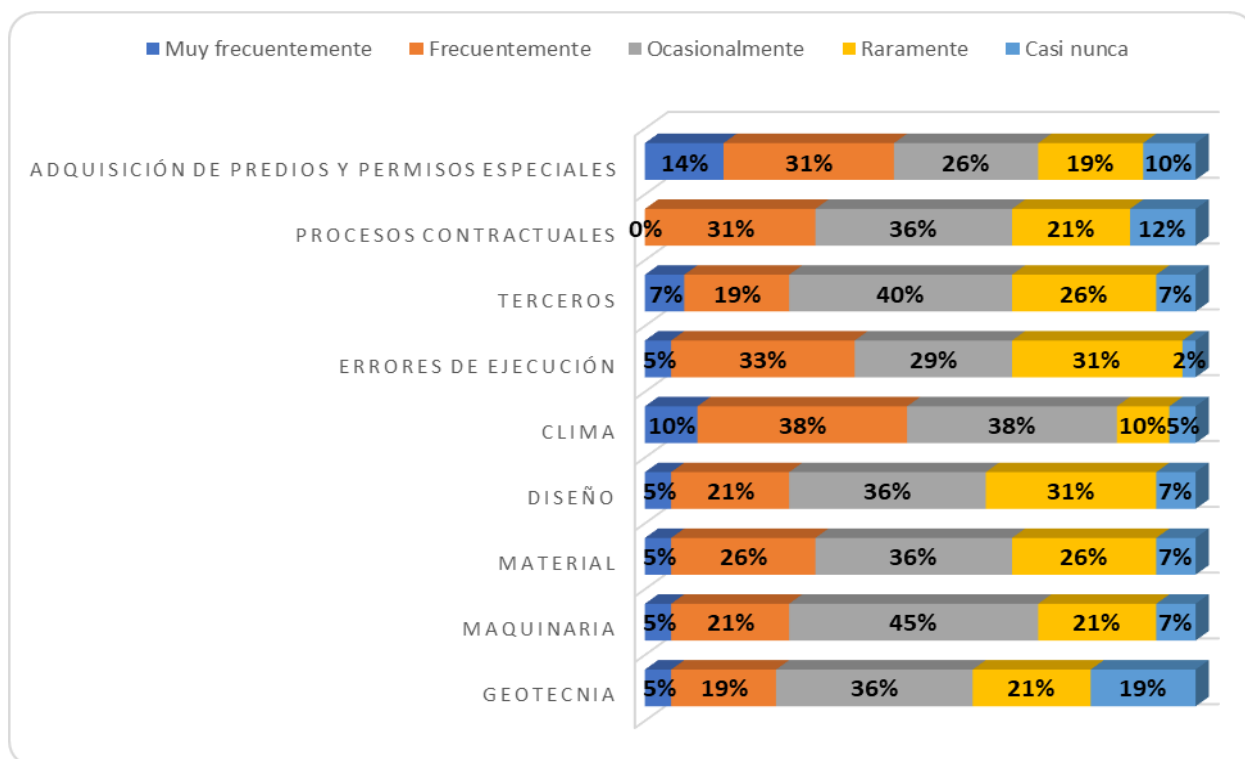


Figura 19. Variables de sobrecostos según su frecuencia. Fuente: Creación propia.

En la Figura 19 podemos observar los porcentajes de evaluación por los cuales optaron los encuestados al momento de evaluar cada variable de sobrecosto según su frecuencia en la construcción de la obra. En este caso es posible observar que las variables nuevamente se encuentran dentro de la opción ocasionalmente contando con un 36% de aceptación entre los encuestados.

Por otro lado, los otros extremos cuentan con 33% (muy frecuentemente) y 31% (casi nunca). Lo anterior nos muestra claramente como los encuestados tornan a ser más conservadores al seleccionar, en un mayor porcentaje, la opción de ocasionalmente frente a cualquiera de las demás, más sin embargo dejando claro la recurrencia con la que cuentan dichas variables en términos de sobrecostos del proyecto puesto que el según mayor porcentaje es del extremo muy frecuentemente lo que quiere decir que la mayoría de las variables son de posible ocurrencia en la obra.

En este caso podemos mencionar que las variables las cuales se definieron como de ocurrencia ocasional son maquinaria (45%), terceros (40%), procesos contractuales (36%) y material (36%); en el extremo de muy frecuentemente nos encontramos a clima como la mayor variable en términos de frecuencia en la existencia de sobrecostos con un 48%, seguida de adquisiciones de predios y permisos especiales con 45% y por último a errores de ejecución con un 38%. Para finalizar mencionar que geotecnia fue el mayor porcentaje en el extremo de casi nunca con un 40%.

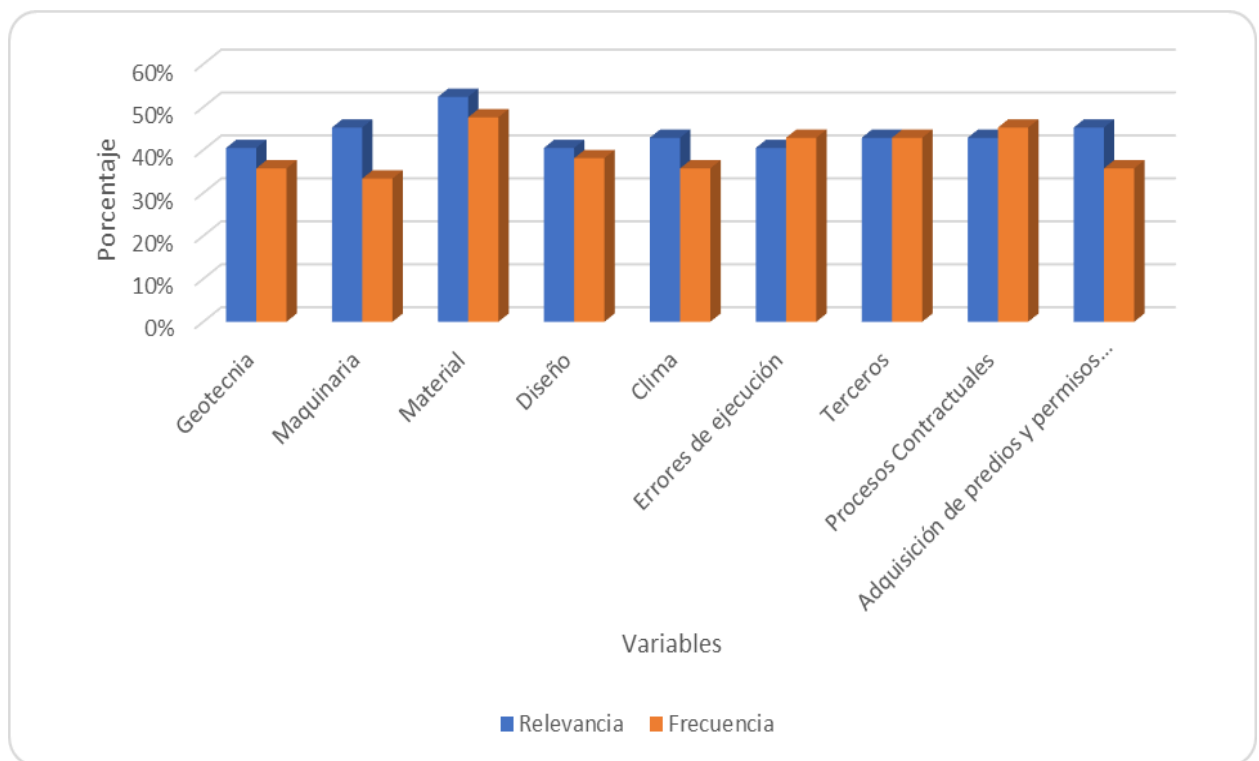


Figura 20. Porcentajes de frecuencia y relevancia para cada variable causante de retraso. Fuente: Creación propia.

En la Figura 20 podemos observar diagrama de barras en donde se muestra la comparación directa entre la relevancia y la frecuencia de cada variable presentada en la encuesta en términos de retraso para la construcción de la obra.

De la misma logramos decir que la geotecnia, la maquinaria, el material, los errores de ejecución y procesos contractuales son variables relevantes que ocurren ocasionalmente mientras que clima y terceros son igualmente relevantes pero su ocurrencia paso de ocasionalmente a frecuentemente, por último, se encuentran diseño y adquisición de predios y permisos especiales siendo muy relevantes pero ocasionales.

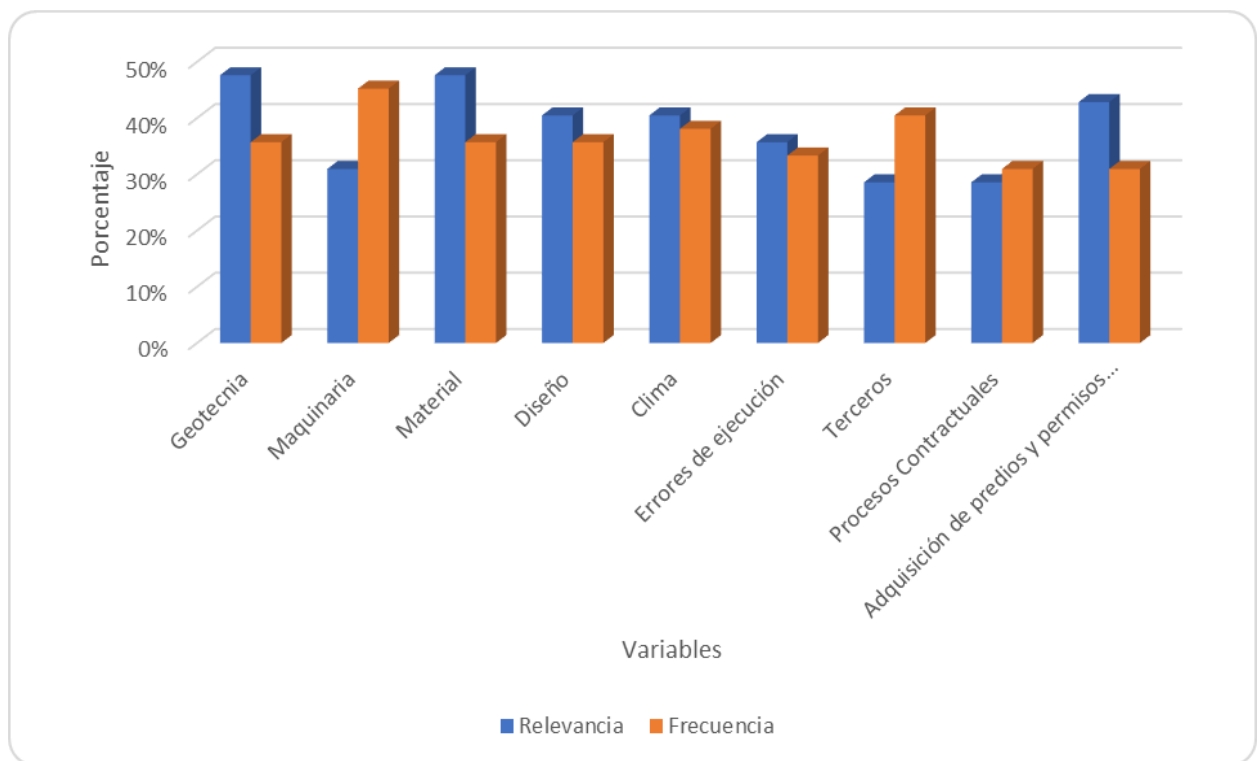


Figura 21. Porcentajes de frecuencia y relevancia para cada variable causante de sobre costo. Fuente: Creación propia.

En la Figura 21 podemos observar diagrama de barras en donde se muestra la comparación directa entre la relevancia y la frecuencia de cada variable presentada en la encuesta en términos de sobre costo para la construcción de la obra.

De la misma logramos decir que la geotecnia, la maquinaria, el material, el diseño y terceros son variables relevantes que ocurren ocasionalmente mientras que clima y adquisición de predios y permisos especiales son igualmente relevantes pero su ocurrencia pasó de ocasionalmente a frecuentemente, por último, se encuentra errores de ejecución y procesos contractuales siendo el primero muy relevante y frecuente, y el segundo algo relevante pero frecuente.

Para finalizar, dentro de los análisis realizados se presentaron varios datos los cuales muestran a la mayoría de las variables propuestas con una gran importancia en su ocurrencia y trascendencia, este hecho puede ser observado en lo que dice (Collier et al., 2016), donde, relaciona a la cantidad de variables que tienden a ocasionar más sobrecostos en países donde existe un nivel alto de corrupción, y, siendo el caso de Colombia, los niveles de corrupción son significativos teniendo una puntuación de 36/100 y ocupando el puesto 86/186 según el último reporte de percepción de corrupción (Transparency International, 2020).

Otro punto es que en Colombia se realiza de manera precipitada la logística al empezar un proyecto, dándole aval a las constructoras a iniciar el proyecto sin estar en la etapa correcta del proyecto. Assaf & Al-Hejji (2006) proponen la solución de verificar los recursos y capacidades de cada licitante para así contar con un criterio más objetivo a la hora de escoger.

Otra variable que presenta gran impacto en el retraso de una obra es su diseño, siendo este el más destacado en la gran mayoría de los proyectos como lo menciona (Rwakarehe & Mfinanga, 2014), el conflicto de intereses entre los dueños del proyecto con los consultores es uno de los principales causantes de cambios en el diseño, y, por ende, de malentendidos a la hora de construir, causando así los retrasos.

Variables como geotecnia y clima presentan retrasos en la obra, pero estos casos son propios de la geográfica de los proyectos de construcción (Perera et al., 2009).

Conclusiones.

Los objetivos fueron alcanzados en su totalidad haciendo la aclaración que nos basamos en su mayoría en el análisis realizado a las encuestas por su valor frente a la única bitácora que pudimos obtener. La identificación, categorización y posterior evaluación de las principales variables halladas en este estudio se llevó acabo y ayudo a llegar a las siguientes conclusiones:

La mayoría de los encuestados fueron profesionales con estudios de postgrados y una gran cantidad de años en promedio de experiencia por persona (Maestros 10 años y Especialista 8 años), el tipo de pavimento predominante es el rígido por causa de los costos y durabilidad de estas obras asociadas con el clima con el que se cuenta en la Región Caribe y su facilidad de construcción en obra de ser necesario.

A partir de los resultados de la encuesta aplicada en el presente trabajo con respecto a los retrasos y su relevancia tenemos que la adquisición de predios y permisos especiales es la variable más escogida, esto se debe a que la logística al empezar un proyecto en Colombia se realiza de manera precipitada, dándole aval a las constructoras a iniciar el proyecto sin estar en la etapa correcta del proyecto por lo que sugerimos que una solución a dicha problemática seria utilizar como criterio los recursos y capacidades de cada licitante y así verificar que tan aptos son o no para el proyecto para el cual están postulándose.

Los materiales escalan hasta el segundo puesto en cuestiones de retrasos en la construcción, aquí la problemática radica en tres tópicos, 1) Las empresas industriales encargadas de suministrar los materiales no cuentan con una calidad necesaria de la materia, o bien, el material suministrado no concuerda con el material solicitado en un inicio, lo que lleva al

segundo aspecto, 2) el profesional encargado en la obra de recibir el material desconoce la calidad del mismo o bien no está familiarizado con los diseños del proyecto. Y por último 3) la subida de precios de materiales provocando a los constructores buscar nuevos proveedores ocasionando retrasos o en su defecto sobrecostos.

En los sobrecostos y su relevancia vemos como casi de igual manera cuentan con una mayor cantidad de relevancia la mayoría de variables, aunque en diferente orden distribuidos el orden de los porcentajes siendo en este la adquisición de predios y permisos especiales el primero, seguido por errores de ejecución, luego clima, material y diseño; en este caso maquinaria es la variable que menor relevancia genera en sobrecosto.

Por el lado de la frecuencia nuevamente la mayoría optó por tomar la opción de “ocasionalmente” siendo la maquinaria la de mayor porcentaje, seguido terceros, procesos contractuales y material, luego en el extremo de “frecuentemente” nos encontramos a clima como la de mayor recurrencia, seguida de adquisiciones de predios y permisos especiales y por último a errores de ejecución; y en este caso la de menor frecuencia fue geotecnia.

Por último, tenemos que la geotecnia, la maquinaria, el material, son variables relevantes que ocurren ocasionalmente tanto en retrasos como en sobrecostos mientras que, el diseño y terceros, y los errores de ejecución y procesos contractuales, lo son para retrasos y sobrecostos, respectivamente.

El clima, la adquisición de predios, permisos especiales y terceros por su lado son igualmente relevantes pero su ocurrencia pasó de ocasionalmente a frecuentemente, el primero

ocurre tanto en retrasos como en sobrecostos, el segundo y tercero en retrasos y el ultimo solo en sobrecostos.

Por último, tenemos a errores de ejecución y procesos contractuales siendo el primero muy relevante y frecuente, y el segundo algo relevante pero frecuente en términos de retraso y por el lado de sobrecostos se encuentran diseño y adquisición de predios y permisos especiales siendo muy relevantes pero ocasionales.

Limitaciones y recomendaciones.

Limitaciones:

El país no cuenta con un inventario actualizado y completo de todas las vías en existencia.

Poca información de bitácoras y respuesta de encuestados. Entre las razones podemos sugerir que existe desinterés en apoyar este tipo de estudios, temor a ser descubierto algún error, mal entendimiento del ejercicio que llevaríamos a cabo, no contar con la experiencia en el área de construcción de pavimentos, o simplemente no haber revisado la notificación de la solicitud para realizar la encuesta.

Además, la confidencialidad de los datos que en la bitácora podemos encontrar no permitió la recopilación de datos suficientes para garantizar la solidez de los análisis realizados en la bitácora.

No se encuentra información de manera clara sobre los proyectos públicos en los sistemas habilitados para esto.

Para la realización y divulgación de las encuestas se solicitó el amable apoyo de la unidad de graduados de la Universidad de la Costa. Sin embargo, al momento de la elaboración del presente documento los autores no conocen la cantidad de personas a las que se les realizó la solicitud por ese medio, por tal motivo se hizo imposible la estimación del porcentaje de respuesta que obtuvimos con ese método de divulgación.

Recomendaciones:

Puede generarse una política de horas extras nocturnas en donde se nivele el costo directo e indirecto de la obra (He et al., 2018).

Tener presente el costo que acarrear los usuarios dentro de un proyecto vial llevaría a reducir los mismos ya que cada proyecto es único, inigualable e irrepetible.

La implementación de placas prefabricadas en obras viales traería diferentes beneficios, disminución del tiempo hasta un 70%, mejor producto final por el control de material, la inversión es la misma si se tiene en cuenta el ahorro que se haría en el costo de los usuarios que a la final vendría siendo el mismo que el de la inversión inicial (Chang et al., 2004; Merritt et al., 2001; Tomek, 2019). La fabricación en un lugar controlado lleva a conseguir secciones de pavimento más ligeras, más delgadas, más duraderas y a una disminución del mantenimiento (Assaf & Al-Hejji, 2006; Chang et al., 2004; Tayabji et al., 2011).

Implementar la bitácora electrónica en vez de la física tradicional podría facilitar la difusión de la información para próximos estudios y una mejor organización de los documentos que se manejan de manera virtual.

Referencias.

- Agencia Nacional de Infraestructura - ANI. (2016). *Quiénes Somos / Portal ANI*.
<https://www.ani.gov.co/informacion-de-la-ani/quienes-somos>
- Agencia Nacional de Infraestructura - ANI. (2018). *La ANI lidera en la región Caribe la revolución de la puertos y el corredor férreo central*. <https://www.ani.gov.co/la-ani-lidera-en-la-region-caribe-la-revolucion-de-la-infraestructura-con-9-proyectos-viales-7>
- Ahmed, S. M., Azhar, S., Kappagantula, P., & Dharam, G. (2003). Delays in Construction: A Brief Study of the Florida Construction Industry. *ASC Proceedings of the 39th Annual Conference Clemson University*, 257–266.
- Al Hadithi, B. I. (2018). An investigation into factors causing delays in highway construction projects in iraq. *MATEC Web of Conferences*, 162, 02035.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/201816202035>
- Alcaldía de Barranquilla. (2018). *Funciones - Alcaldía de Barranquilla*.
<https://www.barranquilla.gov.co/obraspublicas/institucional/funciones>
- Alcaldía de Barranquilla. (2019a). *¿Qué es Barrios a la Obra? - Alcaldía de Barranquilla*.
<https://www.barranquilla.gov.co/obraspublicas/que-es-barrios-a-la-obra>
- Alcaldía de Barranquilla. (2019b). *Acta rendición de cuentas en audiencia pública alcaldía distrital de barranquilla secretaria distrital de obras públicas sector equipamiento urbano*.

- Alexeeva, V., Padam, G., & Queiroz, C. (2008). Monitoring Road Works Contracts and Unit Costs for Enhanced Governance in Sub-Saharan Africa. In *Transport Papers Series*.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/465631467990317386/Monitoring-road-works-contracts-and-unit-costs-for-enhanced-governance-in-Sub-Saharan-Africa>
- Alfakhri, A. Y. Y., Ismail, A., & Khoiry, M. A. (2018). The Effects of Delays in Road Construction Projects in Tripoli, Libya. *International Journal of Technology*, 9(4), 766.
<https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i4.2219>
- Arellano Zauco, J. A. (2015). *Métodos de administración y control de obra* [Universidad Nacional Autónoma de México].
http://oreon.dgbiblio.unam.mx/F/6XGATGM7YSFXU18B2IBNH8F1JLFHB5HXRBPIM1TKK6J48993TT-51424?func=full-set-set&set_number=028272&set_entry=000001&format=999
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(4), 349–357.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Augusto José, L. (2014). *Apunte de Coeficiente de Balasto*.
<http://materias.fi.uba.ar/7411/curso/teoria/balasto/leoni.pdf>
- Ayala Suarez, I. (2017). Manuales prácticos de residencia y superintendencia de obra. Además de comentarios a la ley y el reglamento de obras públicas federal. *Instituto Politecnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco*, 118.

- Aziz, R. F., & Abdel-Hakam, A. A. (2016). Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(2), 1515–1539.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.03.006>
- Baena, J. (2002). *Transporte internacional* (Logis.Books & Fundació EMI-Manresa (Eds.)).
<https://books.google.com.co/books?id=kT9qmN8D7REC&pg=PA50&dq=el+transporte+multimodal&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjG2J3p-9zoAhUGh-AKHbWfD2gQ6AEINDAB#v=onepage&q=el+transporte+multimodal&f=false>
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (2019). *Reuniones anuales / IADB*. Banco Interamericano de Desarrollo - BID. <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/reuniones-anuales>
- Bartlett, J. E., Kotrlik, J. W., & Higgins, C. C. (2001). Organizational Research : Determining Appropriate Sample Size in Survey Research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 19(1), 43–50.
- Batmunkh, N. (2011). *Engineering Characteristics of Construction Waste for Western Australian Road and Highway Materials*. April.
- Bnamericas. (2020). *Bajo la lupa: Retrasos en obras de app de vialidad por US\$4600mm* - Bnamericas. <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/bajo-la-lupa-retrasos-en-obras-de-app-de-vialidad-por-us4600mn>
- Cañadas Osinski, I., & Sánchez Bruno, A. (1998). Categorías de respuesta en escalas tipo Likert. *Psicothema*, 10(3), 623–631.

- Caro Vargas, J. L. (2016). *Plan de control y seguimiento en la ejecución de obras civiles de grandes superficies* [Univaersidad Militar Nueva Granada].
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14949/CAROVARGASJAVIERLEONARDO2016.pdf;jsessionid=D3A93C50E00482D33CEA58026644673C?sequence=1>
- Carrillo Vargas, S., & Núñez Nuván, G. A. (2017). *Estudio patológico segmento vial correspondiente al CIV (código de identificación vial IDU) n° 4000748 ubicado en la calle 19 sur entre carreras 10 este y 10 bis este localidad San Cristóbal, Bogotá D.C* [Universidad Santo Tomas]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10168>
- Chacon, J. (2019). *Aporte las vías 4G al desarrollo vial de Colombia*. Revista Semana.
<https://www.semana.com/contenidos-editoriales/el-pais-si-fluye/articulo/aporte-de-las-vias-4g-al-desarrollo-vial-de-colombia/517035>
- Chang, L. M., Chen, Y., & Lee, S. (2004). *Using Precast Concrete Panels For Pavement Construction In Indiana*.
<https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1692&context=jtrp>
- Cobaleda Zapata, D., & Penagos Restrepo, G. (1990). Manual para la construcción de pavimentos con adoquines. In *Sección Publicaciones Dirección General*.
<https://hdl.handle.net/11404/6328>
- Collier, P., Kirchberger, M., & Söderbom, M. (2016). The Cost of Road Infrastructure in Low- and Middle-Income Countries. *The World Bank Economic Review*, 30(3), 522–548.

<https://doi.org/10.1093/wber/lhv037>

Congreso de la República de Colombia. (2013). *Ley 1617 de 2013 - EVA - Función Pública*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=51601>

Dawes, J. (2008). Do data characteristics change according to the number of scale points used ?

An experiment using 5 point , 7 point and 10 point scales. *International Journal of Market Research*, 50(1), 1–19. <https://doi.org/10.1177/147078530805000106>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - Dane. (2008). *Microsoft Word -*

Preguntas frecuentes.doc. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - Dane.

<https://www.dane.gov.co/files/acerca/PF.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito*.

<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>

Doraisamy, S. V, Akasah, Z. A., & Yunus, R. (2015). An Overview on the Issue of Delay in the Construction Industry. In R. Hassan, M. Yusoff, A. Alisibramulisi, N. Mohd Amin, & Z. Ismail (Eds.), *InCIEC 2014* (Issue January, pp. 313–319). Springer Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-287-290-6_27

Edmondson, D. R. (2005). Likert Scales: A History. *Conference on Historical Analysis y Research in Marketing Proceedings*, 12, 127–133.

El Colombiano. (2015, January 21). En Colombia se pierde el 2 % del PIB al año por los trancones. *El Colombiano*. <http://www.elcolombiano.com/negocios/economia/en->

colombia-se-pierde-el-2-del-pib-al-ano-por-los-trancones-XF1142660

El Herald. (2018). *La región Caribe es importante para el país y necesita recursos.*

<https://www.elheraldo.co/economia/la-region-caribe-es-importante-para-el-pais-y-necesita-recursos-545514>

Gerencie.com. (2019). *Otrosí en los contratos. ¿Qué es y para qué sirve? | Gerencie.com.*

Gerencie.Com.

Gordo Barreiro, E. M., Potes López, J. A., & Vargas Quimbaya, J. L. (2017). Factores que ocasionan retrasos en obras civiles en Empresas Publicas de Neiva. *Universidad Santo Tomas.*

He, Y., Song, Z., & Zhang, L. (2018). Time-dependent transportation network design considering construction impact. *Journal of Advanced Transportation*, 2018, 18.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2018/2738930>

Hernandez Coronado, A. (2016). *Análisis comparativo del performance de las obras y las causas del re trabajo de diversos proyectos de construcción en Latinoamérica.* Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona.

Higuera Sandoval, C. H. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras* (Y. Romero A. (Ed.)). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=18365>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2008). *NTC 4109* (p.

44).

Instituto Nacional de Vías - Invías. (2012). *Objetivos y Funciones*.

<https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>

Instituto Nicaragüense del Cemento y del Concreto. (2014). *Boletín Técnico Nro 49*.

<http://www.incyc.org.ni/index.php/es/2012-09-27-23-43-45/boletines/234-boletin-tecnico-abril-2014-numero-49?showall=&limitstart=>

INVIAS. (2014a). *Art. 330 - 13* (pp. 59–75).

INVIAS. (2014b). *Art. 500 - 13* (pp. 3–74).

INVIAS. (2014c). *Art. 630 - 13* (pp. 95–141).

INVIAS. (2014d). INV E 148 - 13. In *Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Consolidación unidimensional de suelos* (pp. 403–421). <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>

INVIAS. (2014e). *INV E 230 - 13* (pp. 173–183).

Jamieson, S. (2004). Likert scales: How to (ab)use them. In *Medical Education* (Vol. 38, Issue 12, pp. 1217–1218). Association for the Study of Medical Education - ASME.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.02012.x>

Kaliba, C., Muya, M., & Mumba, K. (2009). Cost escalation and schedule delays in road

- construction projects in Zambia. *International Journal of Project Management*, 27(5), 522–531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.07.003>
- Khair, K., Farouk, H., Mohamed, Z., & Mohammad, R. (2016). Causes and effects of delay factors in road construction projects in Sudan. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(18), 9526–9533.
- Khair, K., Mohamed, Z., Mohammad, R., Farouk, H., & Ahmed, M. E. (2018). A Management Framework to Reduce Delays in Road Construction Projects in Sudan. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43(4), 1925–1940. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13369-017-2806-6>
- Le-Hoai, L., Lee, Y. D., & Lee, J. Y. (2008). Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 12(6), 367–377. <https://doi.org/10.1007/s12205-008-0367-7>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 5–55.
- Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, 14(27), 117–151. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.14.27.6>
- Marín Burgos, M., & Ávila Vela, D. (2015). *Análisis de las causas del incumplimiento de la programación en las obras civiles* [Universidad Militar Nueva Granada].

- <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7285>
- Marzouk, M. M., & El-rasas, T. I. (2014). Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5(1), 49–55.
<https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.005>
- Merritt, D., Mccullough, B. F., & Burns, N. H. (2001). Feasibility of Using Precast Concrete Panels to Expedite Construction of Portland Cement Concrete Pavements. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 1761(01), 3–9.
<https://doi.org/10.3141 / 1761-01>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Barranquilla se convertirá en la primera “Biodiversidad” del Caribe Colombiano* / Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4449-barranquilla-se-convertira-en-la-primera-biodiversidad-del-caribe-colombiano>
- Mouthón, L. (2018). *Los siete proyectos estratégicos para que la Costa crezca* / El Heraldo.
<https://www.elheraldo.co/economia/los-siete-proyectos-estrategicos-para-que-la-costa-crezca-518826>
- Naing, L., Winn, T., & Rusli, B. N. (2006). Practical Issues in Calculating the Sample Size for Prevalence Studies. *Archives of Orofacial Sciences*, 1, 9–14.
- Observatorio del Caribe Colombiano. (2015). *Región Caribe - Observatorio del Caribe*.
<http://www.ocaribe.org/region-caribe>
- Odeck, J. (2004). Cost overruns in road construction—what are their sizes and determinants?

- Transport Policy*, 11(1), 43–53. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00017-9)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura - UNESCO.
- (2019). *Sobre la UNESCO*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura - UNESCO. <https://es.unesco.org/about-us/introducing-unesco>
- Ortiz Mancera, A. L. (2017). *Instructivo del proceso constructivo de una vía en pavimento flexible*.
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6833/2/OrtizManceraAngieLorenaAnexo-1.pdf>
- Perera, B. A. K. ., Dhanasinghe, I., & Rameezdeen, R. (2009). Risk management in road construction: The case of Sri Lanka. *International Journal of Strategic Property Management*, 13(2), 87–102. <https://doi.org/10.3846/1648-715X.2009.13.87-102>
- Pérez Cervantes, J. C. (2004). *Capítulo 1 Planeación y control de obra* [Universidad de las Américas Puebla]. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/perez_c_jc/
- Portafolio. (2017). *Diez proyectos de 4G, frenado por retraso en inicio de obras / Infraestructura / Economía / Portafolio*.
<https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/diez-proyectos-de-4g-frenados-por-retraso-en-inicio-de-obras-504988>
- Portafolio. (2019a). *Luego de dos años, la APP Caribe 2 no ha arrancado / Infraestructura / Economía / Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/luego-de-dos-anos-la-app-caribe-2-no-ha-arrancado-528811>

- Portafolio. (2019b). *Puertos de Colombia, los cuartos más movidos de Latinoamérica / Economía / Portafolio*. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/puertos-de-colombia-los-cuartos-mas-movidos-de-latinoamerica-528183>
- Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Project Management Institute, Inc.
https://books.google.com.co/books/about/A_Guide_to_the_Project_Management_Body_o.html?id=t91dDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Rajan, T. A., Gopinath, G., & Behera, M. (2014). PPPs and Project Overruns: Evidence from Road Projects in India. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(5), 04013070. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000797](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000797)
- Ramírez Alférez, A. (2009). *Anuario de Administración y Tecnología para el Diseño*. Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.
- Rodriguez, M., & Pinto, A. M. (2016). *Colombia sigue apostando por las asociaciones público-privadas - Moviliblog*. <https://blogs.iadb.org/transporte/es/colombia-sigue-apostando-por-las-asociaciones-publico-privadas/>
- Rosenfeld, Y. (2014). Root-Cause Analysis of Construction-Cost Overruns. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(1), 10.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000789](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000789)
- Rudeli, N., Viles, E., González, J., & Santilli, A. (2018). Causas de Retrasos en Proyectos de

- Construcción: Un análisis cualitativo. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 16, 71–84.
http://www.um.edu.uy/docs/Causas_de_Retrasos_en_Proyectos_de_Construccion_Un_analisis_cualitativo.pdf
- Rwakarehe, E. E., & Mfinanga, D. A. (2014). Effect of Inadequate Design on Cost and Time Overrun of Road Construction Projects in Tanzania. *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 4(1), 15–28.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6106/JCEPM.2014.4.1.015>
- Rybka, I., Bondar-nowakowska, E., & Pawluk, K. (2017). Risk of Contractors ' Claims On the Example of Road Works Risk of Contractors ' Claims On the Example of Road Works. *Journal of Construction Engineering and Project Management*.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/7/072009>
- Sarmiento Sarmiento, D. A., Sosa Méndez, J. M., Sánchez Ruiz, G. A., & Angarita Navarro, G. (2018). *Seguimiento y control para la obra de infraestructura vial bajo la metodología pmi en el municipio de Madrid Cundinamarca* [Universidad Católica de Colombia].
https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16024/1/Seguimiento-control-obra-infraestructura-vial-PMI-Madrid_Cundinamarca.pdf
- Semana Sostenible. (2017). *Reserva Seaflower y su importancia para Colombia*.
<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/reserva-seaflower-y-su-importancia-para-colombia/38359>
- Sevilla, A. (2012). *Producto interno bruto (PIB) - Qué es, definición y significado /*

- Economipedia*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/producto-interior-bruto-pib.html>
- Sika. (2017). *Antisol Rojo* (p. 2). <https://col.sika.com/es/productos/doc2new/HT.html>
- Siles, R., & Mondelo, E. (2018). *Herramientas proyectos de la gestión de y técnicas para desarrollo PM4R*. [https://indesvirtual.iadb.org/file.php/1/PM4R/Guia de Aprendizaje PMA SPA.pdf?fbclid=IwAR0_17MRzWGU-xgLTA1HregQQYcDu4V8vVnAga7GbHPdR2dJ0QbezaNZ-ig](https://indesvirtual.iadb.org/file.php/1/PM4R/Guia%20de%20Aprendizaje%20PMA%20SPA.pdf?fbclid=IwAR0_17MRzWGU-xgLTA1HregQQYcDu4V8vVnAga7GbHPdR2dJ0QbezaNZ-ig)
- Solis Carcaño, R. G. (2004). La supervisión de obra. *Revista Ingeniería*, 8(1), 55–60.
- Style, L. (2017). *2.1.3 Colombia Puerto de Cartagena - Logistics Capacity Assessment - Digital Logistics Capacity Assessment*. <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.1.3+Colombia+Puerto+de+Cartagena>
- Tayabji, S., Buch, N., & Ye, D. (2011). Performance of Precast Concrete Pavements. *Transportation and Development Institute Congress 2011*, 894–907. [https://doi.org/10.1061/41167\(398\)86](https://doi.org/10.1061/41167(398)86)
- Thapanont, P., Santi, C., & Pruethipong, X. (2018). Causes of delay on highway construction projects in Thailand. *MATEC Web of Conferences*, 192, 1–4. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819202014>
- Tomek, R. (2019). Lower road user costs with precast concrete pavements. *Engineering for Rural Development*, 18, 1870–1875. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N441>

Transparency International. (2020). *Corruption perceptions index 2019*.

<http://cpi.transparency.org/cpi2013/results/>

Triple A S.A. E.S.P. (2020). *Quiénes somos - Triple A S.A. E.S.P. / Empresa de Servicios Públicos*. <https://www.aaa.com.co/quienes-somos/>

UNESCO. (2016). *Reservas de biosfera / Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/>

Universidad Mayor de San Simón. (2004). *Pavimentos*.

<https://civilgeeks.com/2012/06/28/descargar-libro-completo-de-pavimentos/>

Vallejo-Borda, J. A., Gutierrez-Bucheli, Laura Andrea, Pellicer, E., & Ponz-Tienda, J. L. (2015).

Behavior in terms of delays and cost overrun of the construction of public infrastructure in Colombia. *SIBRAGEC - ELAGEC, October*, 66–73.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2496.5849>

Vásquez Quiroz, E. J., & Hoyos Escalante, M. Z. (2019). *Contenedores y Carga: Puerto de Barranquilla, Santa marta y Cartagena*.

<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/19058/VasquezQuiroz-ErikaJudith-2019.pdf;jsessionid=3A59ABEE80794F71AE06F734AE03A652?sequence=7>

Wihiler Bautista, A. S. (2002). *Diagnostico del pavimento flexible de la troncal calle 80 de Transmilenio* [Universidad de los Andes].

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15450/u234824.pdf?sequence=>

1

Zamora Fandiño, N., & Barrera Reyes, O. L. (2012). Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. In *Universidad EAN*. <http://hdl.handle.net/10882/3405>

Anexos.

Formato de la encuesta



Análisis de variables causantes de retrasos y sobre costos en obras viales

La siguiente encuesta tiene como finalidad recolectar información relevante que nos ayudará en la realización de nuestro proyecto de grado con el que buscamos determinar cuales son las principales variables que afectan en tiempo y costos las obras viales de las diferentes regiones del país de donde podamos reunir datos significativos.

* Obligatorio

1. Al diligenciar este formato usted otorga su autorización a UNIVERSIDAD DE LA COSTA - CUC para que utilice sus datos informales, con la única finalidad de prestarles a los usuarios una mejor atención contacto e información sobre nuestros productos, servicios, ofertas y promociones para mantener canales de comunicación, así como noticias relacionadas con el desarrollo de las actividades académicas. Si desea revocar esta autorización, envíe un correo electrónico a la dirección buzon@cuc.edu.co, o contáctenos en la página web www.cuc.edu.co, o a la Dirección Cll. 58 #55-66 - Barranquilla, Colombia. No cedemos datos personales a terceros sin su debida autorización, cumplimos con el principio de circulación restringida, necesidad y finalidad de la Ley 1581 de 2012 y sus decretos reglamentarios. *

☐ Acepto

☐ No acepto

2. Grado de escolaridad *

☐ Pregrado☐ Especialización☐ Maestría☐ Doctorado☐ Otras

3. Años de experiencia profesional en el área de construcción de obras viales *

4. Región donde labora o ha laborado *

☐ Amazonia (Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés)☐ Andina (Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima)☐ Caribe (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre)☐ Insular (San Andrés y Providencia)☐ Orinoquía (Arauca, Casanare, Meta, Vichada)☐ Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca)

5. ¿Con qué tipo de pavimentos tiene experiencia en la construcción? *

☐ Pavimento rígido☐ Pavimento flexible☐ Pavimento articulado☐ Todas las anteriores

6. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES - ESTO NO ES UNA PREGUNTA

GEOTÉCNIA: Hace referencia a fallas presentadas en el terreno no previstas y todo tipo de inconveniente relacionado con el comportamiento del suelo y su respuesta a las actividades realizadas sobre él.

MAQUINARIA: Hace referencia a falta de maquinaria necesaria, fallas mecánicas, falta de personal capacitado, etc.

MATERIAL: Hace referencia a la falta del mismo, que no sea el requerido para la obra, etc.

DISEÑO: Hace referencia a la falta de información de los detalles constructivos, alcance insuficiente, etc.

CLIMA: Hace referencia al agua proveniente de precipitaciones en las zonas de construcción o en cauces de fuentes fluviales que puedan interrumpir las actividades, agua empozada de las precipitaciones, etc.

ERRORES DE EJECUCIÓN: Hace referencia a la ejecución de una actividad que no es necesaria o no es el procedimiento adecuado para llevarse a cabo, etc.

TERCEROS: Normalmente hace referencia a los prestadores de servicios de acueducto, gas natural, alcantarillado y/o subcontratistas de la zona que deben intervenir en la obra para solucionar cualquier problema presentado.

PROCESOS CONTRACTUALES: Hace referencia a la falta de pago al contratista lo que puede acarrear al mismo en su imagen con sus proveedores y trabajadores, periodos de tiempo perdidos por sanciones o suspensiones, normalmente del estado, pero también puede ser por algún problema con el prestador de servicios de acueducto, gas natural y/o alcantarillado que requieran tiempos extraordinarios para arreglar daños o mejoras en su sistema.

ADQUISICIÓN DE PREDIOS Y PERMISOS ESPECIALES: Hace referencia a la gestión realizada para conseguir los espacios tanto públicos como privados necesarios para la realización del proyecto y el cumplimiento de los conductos regulares para cualquier permiso necesario como: cambio de redes eléctricas, redes de acueducto, iluminación pública, arborización, etc.

7. Califique las siguientes variables de RETRASOS según su RELEVANCIA *

	Poco relevante	Algo relevante	Ni irrelevante ni relevante	Relevante	Muy relevante
Geotecnia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maquinaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errores de ejecución	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terceros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos Contractuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adquisición de predios y permisos especiales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Califique las siguientes variables de RETRASOS según su FRECUENCIA *

	Casi nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy frecuentemente
Geotecnia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maquinaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errores de ejecución	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terceros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos Contractuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adquisición de predios y permisos especiales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Califique las siguientes variables de SOBRE COSTOS según su RELEVANCIA *

	Poco relevante	Algo relevante	Ni irrelevante ni relevante	Relevante	Muy relevante
Geotecnia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maquinaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errores de ejecución	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terceros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos Contractuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adquisición de predios y permisos especiales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Califique las siguientes variables de SOBRE COSTOS según su FRECUENCIA *

	Casi nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy frecuentemente
Geotecnia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maquinaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errores de ejecución	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terceros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos Contractuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adquisición de predios y permisos especiales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Incluiría alguna otra variable causante de retrasos o sobre costos? ¿Cuál?

Escriba su respuesta

12. Si desea ayudarnos con nuestra investigación y ampliar la información puede dejar su línea de contacto (correo electrónico, número de contacto y/o dirección de empresa).

Escriba su respuesta